



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

Reiki WATANABE

Serial No.: 10/743,314

Filed: December 23, 2003

For: PROCESSING EQUIPMENT AND PROCESSING METHOD

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 USC 119

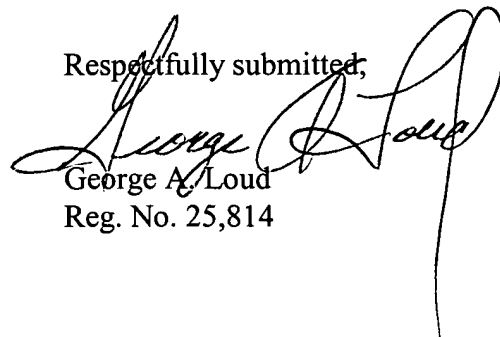
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of Japanese Application No. 2002-378183 filed December 26, 2002 under the International (Paris) Convention for the Protection of Industrial Property (Stockholm Act, July 14, 1967), is hereby requested and the right of priority provided in 35 USC 119 is here claimed.

In support of this claim to priority a certified copy of said original foreign application is submitted herewith.

Respectfully submitted,



George A. Loud
Reg. No. 25,814

Dated: February 4, 2004

LORUSSO, LOUD & KELLY
3137 Mount Vernon Avenue
Alexandria, VA 22305
(703) 739-9393

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 2 6 日
Date of Application:

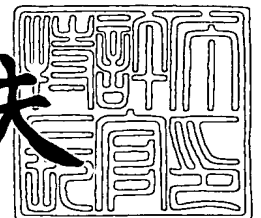
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 7 8 1 8 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 7 8 1 8 3]

出 願 人
Applicant(s): 渡 辺 勸 起
 株式会社エフイーシー
 高野精器有限公司
 株式会社真空実験室

2 0 0 3 年 1 2 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 FEC-01

【提出日】 平成14年12月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23C 16/44
H01L 21/205

【発明の名称】 処理装置及び処理方法

【請求項の数】 25

【発明者】

 【住所又は居所】 福島県福島市鎌田字川添 3 - 8

 【氏名】 渡辺 励起

【特許出願人】

 【住所又は居所】 福島県福島市鎌田字川添 3 - 8

 【氏名又は名称】 渡辺 励起

【特許出願人】

 【住所又は居所】 福島県福島市鎌田字川添 3 番地の 8

 【氏名又は名称】 株式会社エフイーシー

【特許出願人】

 【住所又は居所】 福島県福島市飯坂町平野字田切 1 9 - 8

 【氏名又は名称】 高野精器有限会社

【特許出願人】

 【住所又は居所】 茨城県つくば市大字小野崎 3 3 2 番地の 2

 【氏名又は名称】 有限会社真空実験室

【代理人】

【識別番号】 100091672

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋人形町 3 丁目 1 1 番 7 号 山西ビル
4 階

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡本 啓三

【電話番号】 03-3663-2663

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013701

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 処理装置及び処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 1 以上のガス放出口を有する容器と、
前記容器内に設けられた、基板を載置する基板保持具と、
前記基板保持具と前記容器の側壁の間に設けられ、前記基板保持具の周りを回転可能な、1 以上の通気孔又は通気切欠部を有する回転体とを有し、
前記回転体の回転制御により、前記ガス放出口と前記回転体の通気孔又は通気切欠部とが一致したときに前記ガス放出口から前記基板保持具上に前記ガスを放出することを特徴とする処理装置。

【請求項 2】 前記回転制御は、回転の方向或いは速度、又はそれらの両方を調整することであることを特徴とする請求項 1 記載の処理装置。

【請求項 3】 前記 1 以上のガス放出口は、反応ガスの放出口であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の処理装置。

【請求項 4】 前記 1 以上のガス放出口は、反応ガスの放出口とパージ用ガスの放出口とであることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の処理装置。

【請求項 5】 前記反応ガスの放出口と前記パージ用ガスの放出口とが前記基板保持具の周囲に沿って交互に配置されていることを特徴とする請求項 4 記載の処理装置。

【請求項 6】 前記反応ガスの放出口は、相互に異なる種類の反応ガスを放出することを特徴とする請求項 3 乃至 5 の何れかに記載の処理装置。

【請求項 7】 前記容器の側壁の少なくとも上側の内面は平面状又はすり鉢状を有し、該平面状又はすり鉢状の形状に対応して、前記回転体の上側の外面は平面状又はすり鉢状を有し、かつ前記容器の平面状又はすり鉢状の側壁の内面にフローティング用ガスの放出口が設けられており、

前記フローティング用ガスの放出により、前記回転体は前記容器の側壁の内面に対して所定の間隔を保って浮上することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の処理装置。

【請求項 8】 前記フローティング用ガスの放出口は、前記容器の側壁の

平面状又はすり鉢状の内面の円周に沿って複数設けられていることを特徴とする請求項 7 記載の処理装置。

【請求項 9】 前記容器の側壁の平面状又はすり鉢状の内面に排気口が設けられており、前記放出されたフローティング用ガスを該排気口より排気することを特徴とする請求項 7 又は 8 の何れか一に記載の処理装置。

【請求項 10】 前記排気口は、前記容器の側壁の平面状又はすり鉢状の内面の円周に沿って複数設けられていることを特徴とする請求項 9 記載の処理装置。

【請求項 11】 前記反応ガス及び前記パージ用ガスのガス圧力を調整し、かつ前記ガス放出口から放出されるガスの圧力変動を抑制する手段が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか一に記載の処理装置。

【請求項 12】 前記回転体に固定された複数の磁石と、前記容器の外側周囲の複数の磁石とを備え、

前記容器の外側周囲の複数の磁石が前記容器の周りを回転することにより前記回転体が回転するようになっていることを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか一に記載の処理装置。

【請求項 13】 前記回転体に固定された複数の磁石と前記容器の外側周囲の複数の磁石との間の斥力により、前記容器の外側周囲の複数の磁石の位置に対して前記回転体の位置が固定されるようになっていることを特徴とする請求項 12 記載の処理装置。

【請求項 14】 前記基板保持具は支持軸により支持され、かつ前記基板保持具は該支持軸を軸として回転するようになっていることを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れか一に記載の処理装置。

【請求項 15】 前記基板保持具の基板の載置面は上下の位置を調整可能なようになっていることを特徴とする請求項 1 乃至 14 の何れか一に記載の処理装置。

【請求項 16】 前記基板保持具に載置された基板を加熱する手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 15 の何れか一に記載の処理装置。

【請求項 17】 前記容器には該容器の内部を減圧する排気手段が接続さ

れていることを特徴とする請求項 1 乃至 1 6 の何れか一に記載の処理装置。

【請求項 1 8】 前記反応ガスへのエネルギー供給手段、又は前記反応ガスを活性化する触媒板を有することを特徴とする請求項 1 乃至 1 7 の何れか一に記載の処理装置。

【請求項 1 9】 前記容器の上部に、前記容器の内部を観察し得るような透明な材料からなる上部隔壁が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 1 8 の何れか一に記載の処理装置。

【請求項 2 0】 前記容器の上部に、前記上部隔壁を通して前記処理状況を観察する手段が設けられていることを特徴とする請求項 1 9 記載の処理装置。

【請求項 2 1】 前記反応ガスの分圧、前記パージ用ガスの分圧、前記フローティング用ガスの分圧、前記容器内の排気量、前記回転体の回転方向、前記回転体の回転速度、成膜の開始から終了までの前記回転体の全回転履歴、前記基板保持具の回転方向、及び前記基板保持具の回転速度のうち少なくとも何れか一を調整する制御手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 2 0 の何れか一に記載の処理装置。

【請求項 2 2】 ガスを放出する 1 以上のガス放出口を基板の周囲に配置し、

前記基板と前記ガス放出口との間に、前記基板の周りを回転可能な、1 以上の通気孔又は通気切欠部を有する回転体を準備し、

前記回転体の回転制御により、前記ガス放出口と前記回転体の通気孔又は通気切欠部とが一致したときに前記ガスを前記基板上に放出し、該放出されたガスにより前記基板を処理することを特徴とする処理方法。

【請求項 2 3】 前記 1 以上のガス放出口は、反応ガスの放出口及びパージ用ガスの放出口であり、かつ前記回転体の回転制御により、前記反応ガスと前記パージ用ガスとを前記基板上に交互に放出することを特徴とする請求項 2 2 記載の処理方法。

【請求項 2 4】 前記回転制御は、回転の方向或いは速度、又はそれらの両方を調整することであることを特徴とする請求項 2 2 又は 2 3 記載の処理方法。

【請求項 25】 前記基板上に 1 以上の原子層を形成することを特徴とする請求項 22 乃至 24 の何れか一に記載の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、処理装置及び処理方法に関し、より詳しくは、基板上に一原子層ずつ堆積可能な原子層堆積方法(Atomic Layer Deposition(ALD)法又はAtomic Layer Epitaxy(ALE)法、以下、ALD法又はALE法と称する。)により成膜等を行う処理装置及び処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

ALD法による薄膜形成方法は、特許文献 1 乃至 4 や非特許文献 1、2 などに開示されている。ALD法による薄膜形成方法は、原料ガス(元素又は化合物)を昇温した基板上に供給して、基板表面上で化学吸着反応を起こさせ、原料と目的生成物との蒸気圧の差を利用することにより、1 原子層又は 1 分子層ずつ多数繰り返して結晶を成長させて、目的の厚さの薄膜を形成させるボトムアップ型の CVD 薄膜生成方法である。原料ガスは 1 種類でもよいし、2 種類以上を用いて原子層等を交互に積層していくことも可能である。非特許文献 1 によれば、ALD ウインドウと呼ばれる温度範囲に被成膜基板の温度を設定しておくことで堆積の飽和条件を作り出し、被成膜基板上に原料ガスが供給された場合、正確に一層ずつの原子層等の堆積が行われる。

【0003】

この方法は、原子層を 1 層毎に丁寧に確実に基板表面上に形成する方法であるから、結晶欠陥の発生を極力抑えることができ、非常に質のよい、また大面積の薄膜形成が可能であるため、次世代の半導体チップや有機 EL、液晶、ナノテクノロジーなどには不可欠の技術で、産業上はもちろん、学術的にも極めて重要な技術である。

【0004】

しかしながら、ALD法は自動車のフロントパネルの表示器などに実用化され

た程度で、薄膜を使った最大の産業である半導体製造技術としてはまだ普及していない。

【 0 0 0 5 】

それは、A L D法は原子層を1層毎に丁寧に積層する方法であるため、所要の膜厚を得るまでに非常に長い時間を要することが最大の原因となっている。例えば、実用的な膜厚を得るまでに1万回から10万回の積層が必要であるが、現在のA L D装置では1層の膜形成に最速でも1秒程度の時間を要しているため、所要の膜厚を得るまでに、数時間乃至1日を要する。このため、高い生産スピード、即ち高いスループットが要求される半導体製造技術として本格的な採用が見送られているのが現状である。

【 0 0 0 6 】

成膜に時間を要することに対する解決手段の一つとして、基板を大きくするとともに、非特許文献1にも記載されているように、多数枚を同一チャンバ内に配置し、一度に処理するバッチ式処理が行われている。非特許文献1では、回転軸を中心にして回転し得る基板保持具に複数枚の被成膜基板を横方向或いは縦方向に保持した状態で、回転軸の周りに設けられた複数の原料ガス放出部に順次移動させて被成膜基板上に一原子層ずつ成膜を行うものである。

【 0 0 0 7 】

このバッチ式の処理方法は、例えばパネル表示用の大きなガラス基板などの処理に適している。また、現時点における最大の直径が300mmであるシリコンウエハでも、25乃至50枚を一度に処理するバッチ式処理が中心となる。

【 0 0 0 8 】

バッチ式処理の場合、A L D装置のチャンバは非常に大きなものになる。このチャンバ内で、反応ガスXの導入と、基板への吸着と、余剰ガスの排気と、プロセスガスの置換と、排気と、反応ガスYの導入と、基板への吸着と、余剰ガスの排気とを一サイクルとして複数サイクル繰り返すことになる。

【 0 0 0 9 】

このような処理を行うA L D装置では、一原子層の堆積に時間を要する上、チャンバ内においても、反応ガス分布の濃淡が生じ、A L D条件を満足せず、成膜

が不十分となるなどの問題が生じている。

【 0 0 1 0 】

このようなバッチ式の処理装置に対して、現在ではシリコンウエハを一枚ずつ処理する枚葉式の処理装置の採用が進んでいる。これは、ウエハサイズが漸次大型化し、近い将来 4 0 0 mm が採用されようとしている状況では、プロセスチェンジが容易であり、取り扱い、品質などあらゆる点で枚葉式の方がバッチ式に比べて優位になってきているためである。

【 0 0 1 1 】

一方で、シリコンデバイスの集積度が高まり、微細化の要求がサブミクロンからナノレベルに移行しようとしている。それに伴い、ゲート薄膜などは数十乃至数百原子層の適用が検討されるに至り、かつこのような極めて薄い膜を無欠陥で形成する技術が要求されるようになってきている。

【 0 0 1 2 】

また、産官学の半導体デバイス研究、機能材料研究、ナノテクノロジー、バイオテクノロジーなどでは、薄膜形成装置は研究のために必要不可欠なツールである。そのような薄膜形成装置として、主に真空蒸着装置、スパッタ装置、又は、レーザアブレーションなどの物理的手法で成膜する、或いは最近では分子気体を基板上に導き、熱分解やプラズマ分解などで化学変化を起こさせる方法で発生させた分子原子を堆積させて薄膜を形成する C V D (Chemical Vapor Deposition) 法に適用される成膜装置が使われるようになってきている。

【 0 0 1 3 】

しかし、A L D 装置は種々の研究機関や研究開発のための薄膜形成ツールとしては普及していない。その最も大きな理由は、A L D 装置は高価で、かつ大型のバッチ式が主流であり、また、取り扱いも複雑であり、その割には膜形成に非常に長い時間を要するためである。

【 0 0 1 4 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 4 0 5 4 号公報

【特許文献 2】

米国特許 5, 879, 459

【特許文献 3】

米国特許 6, 174, 377

【特許文献 4】

米国特許 6, 387, 185

【非特許文献 1】

'Handbook of Thin Film Process Technology, B1.5:1- B1.5:17, 1995 IOP Publishing Ltd'

【非特許文献 2】

電子材料, 2002年7月号, 29頁-34頁

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

上記したように、従来のALD装置では、原子層1層を形成するまでの1サイクルに要する時間が長いという問題があり、現状では、その欠点を補うために、バッチ式が主流となっており、装置が大型化している。従って、装置の小型化が可能な枚葉式で、十分にスループットを高めることができるALD装置が望まれている。

【0016】

また、飽和条件で成膜を行うことにより成膜条件の簡単な調整で1サイクルで原子層1層を堆積できるというALD法の特長を生かして、コンピュータ制御により成膜を行えるようにすることが望まれている。

【0017】

さらに、非特許文献2に記載されているように、ALD材料は大気中の水分などによって分解や変質などが起こり易い不安定化合物である。特に、High-k薄膜用途のALD材料は水分の影響で不揮発性で洗浄溶媒に不溶の固形分に変質するため、装置を分解して洗浄する必要がある。装置が複雑なバルブや細い径の配管などを備えている場合、装置の分解洗浄が大変なこととなる。

【0018】

本発明は、上記の従来例の問題点に鑑みて創作されたものであり、原子層1層

を積層する 1 サイクルに要する時間の短縮を図ることができ、かつコンピュータ制御が可能で、装置部品の取り付けや取り外しを含むメンテナンスが容易で、かつ装置の分解洗浄が容易な処理装置及び処理方法を提供するものである。

【0019】

【課題を解決するための手段】

上記した課題を解決するため、請求項1記載の発明は、処理装置に係り、1以上のガス放出口を有する容器と、前記容器内に設けられた、基板を載置する基板保持具と、前記基板保持具と前記容器の側壁の間に設けられ、前記基板保持具の周りを回転可能な、1以上の通気孔又は通気切欠部を有する回転体とを有し、前記回転体の回転制御により、前記ガス放出口と前記回転体の通気孔又は通気切欠部とが一致したときに前記ガス放出口から前記基板保持具上に前記ガスを放出することを特徴とし、

請求項2記載の発明は、前記回転制御は、回転の方向或いは速度、又はそれらの両方を調整することであることを特徴とし、

請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の処理装置に係り、前記1以上のガス放出口は、反応ガスの放出口であることを特徴とし、

請求項4記載の発明は、請求項1又は2記載の処理装置に係り、前記1以上のガス放出口は、反応ガスの放出口とパージ用ガスの放出口とであることを特徴とし、

請求項5記載の発明は、請求項4記載の処理装置に係り、前記反応ガスの放出口と前記パージ用ガスの放出口とが前記基板保持具の周囲に沿って交互に配置されていることを特徴とし、

請求項6記載の発明は、請求項3乃至5の何れかに記載の処理装置に係り、前記反応ガスの放出口は、相互に異なる種類の反応ガスを放出することを特徴とし、

請求項7記載の発明は、請求項1乃至6の何れかに記載の処理装置に係り、前記容器の側壁の少なくとも上側の内面は平面状又はすり鉢状を有し、該平面状又はすり鉢状の形状に対応して、前記回転体の上側の外面は平面状又はすり鉢状を有し、かつ前記容器の平面状又はすり鉢状の側壁の内面にフローティング用

ガスの放出口が設けられており、前記フローティング用ガスの放出により、前記回転体は前記容器の側壁の内面に対して所定の間隔を保って浮上することを特徴とし、

請求項 8 記載の発明は、請求項 7 記載の処理装置に係り、前記フローティング用ガスの放出口は、前記容器の側壁の平面状又はすり鉢状の内面の円周に沿って複数設けられていることを特徴とし、

請求項 9 記載の発明は、請求項 7 又は 8 の何れかに記載の処理装置に係り、前記容器の側壁の平面状又はすり鉢状の内面に排気口が設けられており、前記放出されたフローティング用ガスを該排気口より排気することを特徴とし、

請求項 1 0 記載の発明は、請求項 9 記載の処理装置に係り、前記排気口は、前記容器の側壁の平面状又はすり鉢状の内面の円周に沿って複数設けられていることを特徴とし、

請求項 1 1 記載の発明は、請求項 1 乃至 1 0 の何れかに記載の処理装置に係り、前記反応ガス及び前記パージ用ガスのガス圧力を調整し、かつ前記ガス放出口から放出されるガスの圧力変動を抑制する手段が設けられていることを特徴とし、

請求項 1 2 記載の発明は、請求項 1 乃至 1 1 の何れかに記載の処理装置に係り、前記回転体に固定された複数の磁石と、前記容器の外側周囲の複数の磁石とを備え、前記容器の外側周囲の複数の磁石が前記容器の周りを回転することにより前記回転体が回転するようになっていることを特徴とし、

請求項 1 3 記載の発明は、請求項 1 2 記載の処理装置に係り、前記回転体に固定された複数の磁石と前記容器の外側周囲の複数の磁石との間の斥力により、前記容器の外側周囲の複数の磁石の位置に対して前記回転体の位置が固定されるようになっていることを特徴とし、

請求項 1 4 記載の発明は、請求項 1 乃至 1 3 の何れかに記載の処理装置に係り、前記基板保持具は支持軸により支持され、かつ前記基板保持具は該支持軸を軸として回転するようになっていることを特徴とし、

請求項 1 5 記載の発明は、請求項 1 乃至 1 4 の何れかに記載の処理装置に係り、前記基板保持具の基板の載置面は上下の位置を調整可能なようになっている

ことを特徴とし、

請求項 16 記載の発明は、請求項 1 乃至 15 の何れかーに記載の処理装置に係り、前記基板保持具に載置された基板を加熱する手段を有することを特徴とし、

請求項 17 記載の発明は、請求項 1 乃至 16 の何れかーに記載の処理装置に係り、前記容器には該容器の内部を減圧する排気手段が接続されていることを特徴とし、

請求項 18 記載の発明は、請求項 1 乃至 17 の何れかーに記載の処理装置に係り、前記反応ガスへのエネルギー供給手段、又は前記反応ガスを活性化する触媒板を有することを特徴とし、

請求項 19 記載の発明は、請求項 1 乃至 18 の何れかーに記載の処理装置に係り、前記容器の上部に、前記容器の内部を観察し得るような透明な材料からなる上部隔壁が設けられていることを特徴とし、

請求項 20 記載の発明は、請求項 19 記載の処理装置に係り、前記容器の上部に、前記上部隔壁を通して前記処理状況を観察する手段が設けられていることを特徴とし、

請求項 21 記載の発明は、請求項 1 乃至 20 の何れかーに記載の処理装置に係り、前記反応ガスの分圧、前記パージ用ガスの分圧、前記フローティング用ガスの分圧、前記容器内の排気量、前記回転体の回転方向、前記回転体の回転速度、成膜の開始から終了までの前記回転体の全回転履歴、及び前記基板保持具の回転方向、及び前記基板保持具の回転速度のうち少なくとも何れかーを調整する制御手段を有することを特徴とし、

請求項 22 記載の発明は、処理方法に係り、ガスを放出する 1 以上のガス放出口を基板の周囲に配置し、前記基板と前記ガス放出口との間に、前記基板の周りを回転可能な、1 以上の通気孔又は通気切欠部を有する回転体を準備し、前記回転体の回転制御により、前記ガス放出口と前記回転体の通気孔又は通気切欠部とが一致したときに前記ガスを前記基板上に放出し、該放出されたガスにより前記基板を処理することを特徴とし、

請求項 23 記載の発明は、請求項 22 記載の処理方法に係り、前記 1 以上のガス放出口は、反応ガスの放出口及びパージ用ガスの放出口であり、かつ前記回転

体の回転制御により、前記反応ガスと前記パージ用ガスとを前記基板上に交互に放出することを特徴とし、

請求項 24 記載の発明は、請求項 22 又は 23 記載の処理方法に係り、前記回転制御は、回転の方向或いは速度、又はそれらの両方を調整することであることを特徴とし、

請求項 25 記載の発明は、請求項 22 乃至 24 の何れか一に記載の処理方法に係り、前記基板上に 1 以上の原子層を形成することを特徴としている。

【0020】

この発明の処理装置は、1 以上のガス放出口を有する容器と、容器内に設けられた基板保持具と、基板保持具とガス放出口の間に、基板保持具の周りを回転可能な、1 以上の通気孔又は通気切欠部を有する回転体とを有し、回転体の回転制御により、ガス放出口と回転体の通気孔等とが一致したときにガス放出口から基板保持具上にガスを放出することを特徴としている。

【0021】

即ち、回転する回転体がガスの切り換え機能を有する。従って、この処理装置を成膜に適用する場合、同じ層を多層に、或いは異なる層を多層に、かつ膜厚を制御して成膜することが可能となる。また、エッチング装置に適用した場合、エッチングガスの放出量を制御することができ、これにより、多層を制御性良くエッチングすることができる。

【0022】

特に、ALD 装置に適用した場合、1 以上のガス放出口として反応ガスの放出口を設けた場合、回転体の回転により、原子層の堆積が一層ごとに可能となる。また、回転体の回転の方向を調整することにより、堆積順序などを適宜変えて、膜構成を適宜調整することができる。さらに、回転体の回転速度を調整するだけで、堆積スピードを簡単に調整できる。さらに、反応ガスの一つとしてドーパントガスを用いることにより、例えば半導体層の堆積層の間にドーパント原子層を挟むように堆積することで、n 型又は p 型の導電型が付与された半導体膜を形成することができる。さらに、反応ガスの放出口とパージ用ガスの放出口とを設け、基板保持具の周囲にそれらを交互に配置した場合、一原子層の堆積と反応ガス

のパージとを交互に行うことが可能となる。反応ガスのパージは瞬時に行われるため、成膜速度を向上させることができる。

【0 0 2 3】

また、回転体が固定されていないため、回転体を簡単に取り外すことができ、これにより、回転体やガス供給側を含む装置の分解洗浄が容易になる。また、回転体を取り外した後のガス配管系を含む成膜室内の洗浄が容易となる。

【0 0 2 4】

また、回転体を浮上させてクリアランスを調整することができるので、容器と回転体を最初に整合性良く作成しておくことにより、容器と回転体間の相互の位置精度出しが容易で、非常に狭いクリアランスを保つことができる。

【0 0 2 5】

さらに、反応ガス及びパージ用ガスのガス圧力を調整し、かつガス放出口から放出されるガスの圧力変動を抑制する手段が設けられているため、回転体が回転してそれらのガスの放出及び非放出が繰り返されるときに、放出時及び非放出時でガス圧力が変動するのを抑制することができる。このため、その変動圧力を回転体が受けることを防止することができ、これにより、安定したクリアランスを確保できる。さらに、圧力変動を抑制することにより、通気孔等同士が一致したときに流れ込むガスの量を一定に保つことができる。

【0 0 2 6】

また、この発明の処理方法は、回転体を回転制御することにより、ガス放出口と回転体の通気孔等とが一致したときにガス放出口から基板上にガスを放出する。このため、ガスの放出量を精度良く制御することができるので、精度の良い膜厚制御やエッチング制御を行うことができる。

【0 0 2 7】

特に、この発明の処理方法を A L D 方法に適用した場合、1以上のガス放出口として反応ガスの放出口とパージ用ガスの放出口とを設け、基板保持具の周囲にそれらを交互に配置し、回転体を回転制御させることにより、反応ガスの放出とパージ用ガスの放出を交互に行っている。従って、反応ガスを放出して一層の原子層を堆積した後、パージ用ガスの放出により被成膜基板上に残留する反応ガス

を瞬時に排出することが可能となる。これにより、1層以上の原子層の堆積を高速に行うことができる。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0029】

(第1の実施の形態)

(i) ALD装置の構成

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る原子層堆積装置（以下、ALD装置又はALE装置と称する。）の全体の構成を示す側面図である。

【0030】

ALD装置の全体の構成は、図1に示すように、側部隔壁1と上部隔壁5と下部隔壁20とで外部と隔てられた減圧容器と、減圧容器内に設けられ、側部隔壁1に沿って左右両方向に回転可能なロータ（回転体）2と、ロータ2の内側に設置され、支持軸4aに支持された基板保持具4と、ロータ2を回転させる手段7とを備えている。ロータ2の内側及び基板保持具4と上部隔壁5との隙間が成膜室3となる。上部隔壁5は、減圧容器の内部、特に成膜室3を観察し得るような透明な材料で作成されている。

【0031】

また、減圧容器の上部隔壁5に接続された排気配管8と、側部隔壁1の下部に接続された排気配管9とを備えている。特に、上部の排気配管8内には質量分析計（QMS）が設置され、成膜室3内に導入されるガスの種類及び化学反応情報を監視できるようになっている。各排気配管8、9には図示しない排気手段が接続されている。なお、基板保持具4の上方に、成膜状況を観察する手段、成膜を円滑容易ならしめるエネルギー供給源、基板加熱手段としてのランプ加熱手段、ガス活性化のための触媒板、又はプラズマ生成手段等を取り付けることが可能である。この場合、上部の排気配管8及び質量分析計（QMS）を適宜省略し、かつ上部隔壁5をもっと上部に配置して、上部隔壁5と基板保持具4との間に適当な空間を設けるようにする。

【0032】

さらに、反応ガスA、Bをそれぞれ減圧容器内に導くため、2つの通気孔（第1の通気孔）12、14が減圧容器の側部隔壁1に設けられている。2つの通気孔12、14はそれぞれ側部隔壁1の内面で内部開口（ガス放出口）に終端している。また、図1には明示されていないが、パージ用ガスP1、P2を減圧容器に導くため、2つの通気孔（第2の通気孔）が同じく減圧容器の側部隔壁1に設けられている。パージ用ガスP1、P2を導くための2つの通気孔はそれぞれ側部隔壁1の内面で異なる内部開口（ガス放出口）に終端している。反応ガスA、Bを導くため2つの通気孔12、14の内部開口とパージ用ガスP1、P2を導くための2つの通気孔の内部開口とは、基板保持具4の周りに90度毎に、反応ガスAの通気孔12の内部開口と、パージ用ガスP1の通気孔の内部開口と、反応ガスBの通気孔14の内部開口と、パージ用ガスP2の通気孔の内部開口というように交互に配置されている。

【0033】

また、反応ガスA、B及びパージ用ガスP1、P2の各ガス供給部から対応する通気孔に至る途中にそれぞれリザーバ10a、10b、10d、10eが設けられている。なお、図1中には、パージ用ガスのリザーバ10d、10eは明示されておらず、符号だけを記載している。

【0034】

リザーバ10a、10b、10d、10eは、ガス圧を低減する機能を有する。これにより、浮上して回転し、シャッタ機能を有するロータ2に対して、塞がれたガス放出口に導かれたガスからあまり強い圧力がかからないようにする。さらに、リザーバ10a、10b、10d、10eによって減圧した結果、リザーバ10a、10b、10d、10eと成膜室3間の差圧が低下することで、ロータ2の通気孔とガス放出口が一致したときに流れ込むガスの量が極端に少なくなならないよう、ガス放出口（第1の通気孔）12、14、パージ用ガスP1、P2を導くための2つの通気孔の配管はある程度太い配管とする。

【0035】

また、リザーバ10a、10b、10d、10eは、ALD装置の動作中に成

膜室 3 内へのガスの放出及び放出停止により反応ガス A、B 及びパージ用ガス P 1、P 2 のガス圧が変動しないようにするような機能をも有する。これにより、下記するように浮上したロータ 2 が反応ガス A、B 及びパージ用ガス P 1、P 2 からの変動圧力を受けることを防止し、これにより、安定したクリアランスを確保できる。

【0036】

また、図 1 には図示されていないが、減圧容器の側部隔壁 1 には、ロータ 2 を側部隔壁 1 に対して浮上させるフローティング用ガスを側部隔壁 1 とロータ 2 の間の隙間に導く第 4 の通気孔が設けられている。フローティング用ガスの供給部は、リザーバ 10 c を介して、第 4 の通気孔の外部開口に接続されている。なお、フローティング用ガスは、反応ガスやパージ用ガスなどと比べて装置の動作中にガス圧力があまり変動しないので、図 10 (a) に示すように、フローティング用ガスのリザーバ 10 c は省略し、配管 11 c を第 4 の通気孔 17 の外部開口 17 b に直結することも可能である。

【0037】

なお、図 1 中、符号「DG」は圧力計を示し、各リザーバ 10 a、10 b、10 d、10 e と、下部の排気配管 9 に取り付けられている。また、符号「MFC」はマスフローコントローラを示し、配管中を流れるガスの流量を調整する機能を有する。MFC は、反応ガス、パージ用ガス、フローティング用ガスの各配管 11 c、11 d、11 e に設置されている。

【0038】

次に、図 2 を参照して、ALD 装置のうち、減圧容器の側部隔壁 1 と、ロータ (回転体) 2 と、基板保持具 4 の詳細な構造及び相互の配置について説明する。図 2 は斜視図であり、説明のために、中心軸 C を一致させてロータ 2 と基板保持具 4 とを減圧容器から上方に引き出した状態を示している。

【0039】

図 2 に示すように、減圧容器は、側部隔壁 1 の少なくとも上部の内面が上方に開いたすり鉢状を有し、その内面は中心軸 C に対して対称な形状を有する。

【0040】

ロータ 2 は、側部隔壁 1 の内面の形状に対応して、ロータ 2 の上部の外面が上方に開いたすり鉢状を有し、その外面は中心軸 C に対して対称な形状を有する。ロータ 2 は、フローティング用ガスにより浮上して減圧容器の側部隔壁 1 の内面に沿って中心軸 C の周りを左右両方向に回転し得るようになっている。なお、図中、符号 19 a はロータ 2 の下部に固定して設けられた内部磁石を示している。後に、図 5 (a)、(b) によって説明するように、それらの内部磁石 19 a はロータ 2 の回転に寄与する。

【0041】

また、基板保持具 4 は支持軸 4 a に支持され、ロータ 2 の内側に設けられている。そして、中心軸 C に略垂直な基板載置面を有し、基板載置面には被成膜基板が載置され、静電チャックや真空チャックなどにより固定される。そして、基板保持具 4 にヒータが内蔵され、そのヒータにより被成膜基板を加熱し得るようになっている。

【0042】

側部隔壁 1 には、側部隔壁 1 を貫通する通気孔が 4 つ、即ち、反応ガス A、B を導く第 1 の通気孔 1 2、1 4 が 2 つと、パージ用ガス P 1、P 2 を導く第 2 の通気孔が 2 つ設けられている。各通気孔はすり鉢状の部分の側部隔壁 1 の内面で内部開口（ガス放出口）1 2 a 乃至 1 5 a に終端し、側部隔壁 1 の外面で外部開口 1 2 b 乃至 1 5 b に終端している。第 1 及び第 2 の通気孔 1 2 乃至 1 5 の内部開口 1 2 a 乃至 1 5 a は、中心軸 C の周りの円周に沿って 90 度の間隔を置いて交互に配置されている。なお、図 2 中、括弧内の以下の符号で示すものは図 2 中に明示されていないが、1 3 b は側部隔壁の外面に終端するパージ用ガス P 1 の通気孔の外部開口を示し、1 5 a は側部隔壁の内面に終端するパージ用ガス P 2 の通気孔の内部開口を示し、1 7 b はフローティング用ガスの通気孔の外部開口を示す。

【0043】

2 つの第 1 の通気孔 1 2、1 4 の外部開口 1 2 b、1 4 b にはそれぞれ反応ガス A、B の供給部が接続されて、第 1 の通気孔 1 2、1 4 はそれぞれ外部開口 1 2 b、1 4 b から内部開口 1 2 a、1 4 a に反応ガス A、B を導く。さらに、2

つの第 2 の通気孔の外部開口 1 3 b、1 5 b にそれぞれパージ用ガス P 1、P 2 の供給部が接続され、第 2 の通気孔はそれぞれ外部開口 1 3 b、1 5 b から内部開口 1 3 a、1 5 a にパージ用ガス P 1、P 2 を導く。

【0 0 4 4】

また、ロータ 2 には、この実施形態では縦方向にロータ（回転体）2 を貫通し、ロータ 2 の外面で外側開口 1 6 b に終端し、ロータ 2 の内面で内側開口 1 6 a に終端する第 3 の通気孔が設けられている。第 3 の通気孔の内側開口 1 6 a は、基板保持具 4 をセットしたときに、基板保持具 4 の横の方に来る位置に設けられている。ロータ 2 の内側が成膜室 3 となる。ロータ 2 が回転し、第 1 の通気孔 1 2、1 4 と第 3 の通気孔とを通して反応ガス供給部と成膜室 3 内部が繋がったときに、反応ガス A、B が第 3 の通気孔を上方に流れて、基板保持具 4 上に放出され、第 2 の通気孔と第 3 の通気孔とを通してパージ用ガス供給部と成膜室 3 内部が繋がったときに、パージ用ガス P 1、P 2 が第 3 の通気孔を上方に流れて、基板保持具 4 上に放出されるようになっている。

【0 0 4 5】

また、側部隔壁 1 にはフローティング用ガスを導く第 4 の通気孔が 8 個設けられている。それぞれの第 4 の通気孔はすり鉢状の部分の側部隔壁 1 の内面で内部開口（ガス放出口）1 7 a に終端し、側部隔壁 1 の外面で外部開口 1 7 b に終端している。また、すり鉢状の部分の側部隔壁 1 の内面であって、中心軸 C の周りの円周に沿う上下 2 カ所の帯状領域にそれぞれフローティング用ガスのガス溜まりとなる帯状凹部 6 が設けられている。各帯状凹部 6 には円周に沿って等間隔で 4 カ所ずつ第 4 の通気孔 1 7 の内部開口 1 7 a が配置されている。

【0 0 4 6】

第 4 の通気孔 1 7 の外部開口 1 7 b にフローティング用ガス供給部が接続され、第 4 の通気孔 1 7 は外部開口 1 7 b から内部開口 1 7 a にフローティング用ガスを導く。フローティング用ガスが第 4 の通気孔 1 7 の内部開口 1 7 a から減圧容器の側部隔壁 1 とロータ（回転体）2 の間の隙間に放出されることにより、ロータ 2 が側部側壁 1 に対して所定の間隔（クリアランス）を保って浮上する。その間隔は、主にロータ 2 の重量やフローティング用ガスの圧力により調整可能で

ある。その間隔は、所謂ニューマティックハンマー現象の発生や、反応ガスの成膜室 3 外へのリーク及びフローティング用ガスの成膜室 3 内へのリークに影響を及ぼすため、十分に調整する必要がある。なお、ニューマティックハンマー現象とは、気体の圧縮性に起因した自励振動のことをいう。

【0047】

次に、図 3 は、ロータ（回転体）2 の第 3 の通気孔 16 の外側開口 16 b が回転により側部隔壁 1 の第 1 の通気孔 12 の内部開口 12 a の横の方に移動して、反応ガス A の供給部と成膜室 3 内部とが繋がった状態を示す断面図である。また、同じ図に、ロータ 2 の内面に形成した帯状凹部（ガス溜まり）6 a、6 b に、フローティング用ガスを導く第 4 の通気孔 17 の内側開口 17 a が終端している様子を示す。

【0048】

図 3 に示すように、ロータ 2 が回転し、第 1 の通気孔 12、14 と第 3 の通気孔 16 とを通して反応ガス供給部と成膜室 3 内部が繋がったときに、反応ガス A、B が基板保持具 4 上に放出され、第 2 の通気孔と第 3 の通気孔 16 とを通してパージ用ガス供給部と成膜室 3 内部が繋がったときに、パージ用ガス P1、P2 が基板保持具 4 上に放出されるようになっている。

【0049】

なお、第 4 の通気孔 17 に関し、絞り比（ P_o/P_s ）は、ロータ 2 が側部隔壁 1 に対して浮上するための差圧が生じるように適宜設定する。

【0050】

更に、図 5（a）、（b）に示すように、ロータ 2 の内側に、複数の永久磁石 19 a がともに、S 極を外側に向けるようにして設けられている。減圧容器の側部隔壁 1 の外側周囲には、一体的に左右両方向に回転可能な複数の永久磁石 19 b がともに、S 極を減圧容器の側部隔壁 1 の側に向けるようにして設けられている。

【0051】

ロータ 2 は、減圧容器の周囲に設けられた外部の永久磁石 19 b と内部の永久磁石 19 a との間で相互に働く斥力により外部の永久磁石 19 b に対する相対位

置が固定される。さらに、減圧容器の側部隔壁 1 の周囲に沿った外部の永久磁石 1 9 b の一体的な回転により、内部の永久磁石 1 9 a が設置されたロータ 2 が中心軸 C の周りを左右両方向に回転するようになっている。

【 0 0 5 2 】

さらに、反応ガス A、B の分圧、パージ用ガス P 1、P 2 の分圧、フローティング用ガスの分圧、容器内の排気量、ロータ 2 の回転方向、ロータ 2 の回転速度及び成膜の開始から終了までのロータ 2 の全回転数のうち少なくとも何れかを調整する制御手段を設けることができる。これにより、堆積の自動制御を行うことも可能である。

【 0 0 5 3 】

なお、減圧容器の上部隔壁 5、側部隔壁 1、及び下部隔壁 2 0 の各材料、ロータ（回転体）2 の材料、基板保持具 4 の材料として、基板加熱時の熱や、洗浄用の薬品に対して耐性のある材料、例えばステンレス、石英ガラス、パイレックスガラス、又はセラミックスなどを適宜選択して用いることができる。

【 0 0 5 4 】

以上のように、この発明の実施形態に係る A L D 装置によれば、被成膜基板の周囲に沿って反応ガス放出口とパージ用ガス放出口を交互に配置し、反応ガス放出口及びパージ用ガス放出口と被成膜基板の間に一カ所に通気孔を有し、被成膜基板の周囲を左右両方向に回転可能なロータ 2 を設け、そのロータ 2 を反応ガス及びパージ用ガスの切換え手段として用いている。

【 0 0 5 5 】

ロータ 2 を回転制御することにより、反応ガスの放出とパージ用ガスの放出を交互に行うことができる。従って、反応ガスを放出して一層の原子層を堆積した後、パージ用ガスの放出により被成膜基板上に残留するパージ用ガスを瞬時に排出することが可能となる。これにより、多数の原子層の堆積を高速に行うことができる。

【 0 0 5 6 】

また、側部隔壁 1 にフローティング用ガスの通気孔 1 7 を設け、内部開口 1 7 a からロータ 2 と側部隔壁 1 の隙間にフローティング用ガスを放出可能としてい

る。このため、側部隔壁 1 に対してロータ 2 を浮上させた状態でロータ 2 の回転を行わせることができる。これにより、ロータ 2 の回転に際し、機械的な接触を回避することができるので、側部隔壁 1 やロータ 2 等の磨耗を防止し、かつ磨耗により発生するパーティクルに起因する成膜室 3 内部の汚染を防止することができる。

【0057】

また、ロータ 2 が、側部隔壁 1 及び基板保持具 4 などから分離して設けられているため、ロータ 2 の取り外しを簡単に行える。従って、ロータ 2 のクリーニングが容易となり、また、ロータ 2 を取り除いた後の減圧容器の内部を含むガス供給側の機構や基板保持具 4 などのクリーニングが容易となる。

【0058】

また、側部隔壁 1 に対してロータ 2 を浮上させてクリアランスを調整するようになっているため、容器とロータ 2 を最初に整合性良く作成しておけば、クリーニング等のために部品を分解した後で組み合わせる際に、ロータ 2 と側部隔壁 1 との軸合わせ等、相互の位置精度出しが容易で、安定したかつ非常に狭いクリアランスを実現することが可能である。

【0059】

(ii) ALD装置を用いた成膜方法

次に、上記ALD装置を用いて被成膜基板上に成膜する方法について、図面を参照して説明する。

【0060】

図11(a)乃至(h)は、被成膜基板上に一原子層ずつ堆積する方法について説明するための、上記ALD装置の上部から成膜室3を観察した平面図である。中心軸の周りを回転するロータ(回転体)2の動きと、反応ガスとパージ用ガスの流れを順に記載している。本成膜方法では、ロータ(回転体)2を右側一方向にさせるものとする。また、下記する反応ガスのうちから2種類の異なる反応ガスを用いるものとするが、説明ではそれらを一般化してA、Bと表示する。

【0061】

図12(a)乃至(d)は、上記ALD装置の動作中において、キャリアガス

により運ばれる反応ガスA、Bと、パージ用ガスP1、P2と、フローティング用ガスの成膜室3内の分圧を示すタイミングチャートであり、図12(e)は成膜室3内の全圧力変化を示すタイミングチャートである。パージ用ガスP1、P2及びフローティング用ガスとして窒素を用いる。

【0062】

なお、図12(a)乃至(e)において、分圧が高いときに分圧が漸次低下していることを示す傾斜は排気のみによる分圧の低下を示し、分圧の急激な低下はパージ用ガスによる不要ガスの強制的な排除による分圧の低下を示す。成膜室3内の各ガスの圧力が高い分圧となっている期間はロータ2の回転周期のほぼ1/4となる。フローティング用ガスは成膜室3内に少なからず流れ込むが、この量は一定であるため、予め、この一定の流量に基づいて反応ガス中の反応物質の濃度を高めておくことで、成膜室3内の反応物質の濃度を適度に確保することが可能である。

【0063】

図12(a)乃至(e)のタイミングチャートにより、成膜室3内部への各ガスの流入と流出がどのようなになるかが分かる。即ち、回転周期を1秒とすると、反応ガスA、Bは約0.25秒の間だけ成膜室3内に存在し、パージ用ガスP1、P2の導入によりほとんど瞬時に成膜室3内からほぼ完全に排出される。実験では、パージ用ガスP1、P2の導入によりガス残留量が3桁乃至4桁程度急激に低下することを確認することができた。

【0064】

また、図13(a)、(b)は被成膜基板101上に一原子層ずつ堆積する様子を示す断面図である。なお、図中、符号Aは反応ガスAのA原子を示し、符号Bは反応ガスBのB原子を示し、符号Cは、キャリアガスの原子又は分子を示す。

【0065】

ALD装置を用いた成膜方法では、まず、図1のALD装置の上部隔壁5を開けて基板保持具4の載置面に被成膜基板101を載せ、静電チャックなどにより固定する。続いて、上部隔壁5を閉めて成膜室3内部を密閉した後、反応ガスの

種類に応じて、基板保持具 4 に内蔵されたヒータを 20～1200℃の温度範囲で適切な温度に設定し、被成膜基板を加熱する。この場合、反応ガス A、B の ALD ウインドウの範囲に該当する温度条件に設定する。

【0066】

次いで、排気装置により減圧容器内部を排気する。所定の圧力に達した後、ガス圧力が数百Pa乃至数万Paの範囲で適切な圧力に調整されたフローティング用ガスを第 4 の通気孔 17 に供給して、減圧容器の側部隔壁 1 に対してロータ 2 を浮上させる。なお、フローティング用ガスの圧力をあまり高くすると、クリアランスが非常に大きくなり、また、成膜室 3 内のフローティング用ガスの分圧が大きくなりすぎるため、フローティング用ガスの圧力は適度に低くする。

【0067】

次いで、反応ガス A を側部隔壁 1 の通気孔 12 と繋がっている外部開口 12b に供給し、反応ガス B を側部隔壁 1 の通気孔 14 と繋がっている外部開口 14b に供給する。反応ガス A、B に関し、必要な場合、キャリアガスを用いる。そして、反応ガス A、B の分圧をそれぞれ 1Pa 乃至 10Pa の範囲で適切な圧力に設定する。また、パージ用ガス P1、P2 を側部隔壁 1 の通気孔 13、15 とそれぞれ繋がっている外部開口 13b、15b に供給する。この場合、反応ガス、パージ用ガス及びフローティング用ガスのうち少なくとも何れか一を含む成膜室 3 内の全圧力が 100Pa 乃至 1 万Pa の範囲で適切な圧力となるように、ガス分圧や排気量を調節する。

【0068】

所定の圧力に達した時点でロータ 2 を、例えば 1 回転/秒の回転スピードで回転させる。

【0069】

以下では、図 11 (a) に示すように、側部隔壁 1 のパージ用ガス P2 を導く通気孔 15 の横にロータ 2 の通気孔 16 がきたときから成膜方法を説明する。

【0070】

図 11 (a) に示すように、ロータ 2 の通気孔 16 が側部隔壁 1 の通気孔 15 の横にきて、パージ用ガス供給部と成膜室 3 内部とが繋がると、被成膜基板 10

1の被成膜面にパージ用ガスが放出される。このとき、パージ用ガスの圧力により被成膜面上に残留する不要なガスが急激に押し退けられて、減圧容器の下部に接続された排気装置へのガス流となって減圧容器内部から排出される。

【0071】

ロータ2が回転し、ロータ2の通気孔16が図11(b)の側部隔壁1の通気孔15から側部隔壁1の通気孔12へと動く。この間には、残留するパージ用ガスは被成膜基板101の被成膜面上から排気により排出される。

【0072】

次いで、図11(c)に示すように、ロータ2の通気孔16が側部隔壁1の反応ガスAの通気孔12の横にきて、反応ガスAの供給部と成膜室3内部とが繋がると、被成膜基板101の被成膜面に反応ガスAが放出される。このとき、反応ガスAの圧力はフローティング用ガスの圧力よりも小さくなっている。これにより、側部隔壁1とロータ(回転体)2との間の隙間への反応ガスAのリークが抑制される。

【0073】

一方、被成膜基板の被成膜面上は、一原子層を成膜するのに十分な量の反応ガスAで満たされて成膜が始まる。図11(d)に示すように、ロータ2の通気孔16が次の通気孔13の横に移動するまでに、被成膜基板101上にA原子からなる一原子層102が成膜される。この様子を、図13(a)に示す。なお、反応ガスAは排気により徐々に減少する。

【0074】

次に、図11(e)に示すように、ロータ2の通気孔16が側部隔壁1の通気孔13の横にきて、パージ用ガス供給部と成膜室3内部とが繋がると、被成膜基板101の被成膜面にパージ用ガスが放出される。このとき、パージ用ガスにより被成膜面上に残留する反応ガスAがほとんど瞬時に押し退けられて、減圧容器の下部に接続された排気装置へのガス流となって減圧容器内部から排気される。

【0075】

引き続き、ロータ2が回転し、ロータ2の通気孔16が図11(f)の側部隔壁1の通気孔13から側部隔壁1の通気孔14へと動く。この間には、残留する

パージ用ガスは被成膜基板 101 の被成膜面上から排気により排出される。

【0076】

次いで、図 11 (g) に示すように、ロータ 2 の通気孔 16 が側部隔壁 1 の反応ガス B の通気孔 14 の横にきて、反応ガス B の供給部と成膜室 3 内部とが繋がると、被成膜基板 101 の被成膜面に反応ガス B が放出される。このとき、反応ガス B の圧力はフローティング用ガスの圧力よりも小さくなっている。これにより、側部隔壁 1 とロータ (回転体) 2 との間の隙間への反応ガス B のリークが抑制される。

【0077】

一方、被成膜基板 101 の被成膜面上には、一原子層を成膜するのに十分な量の反応ガス B で満たされて成膜が始まる。図 11 (h) に示すように、ロータ 2 の通気孔 16 が次の通気孔 15 の横に移動するまでに、被成膜基板 101 上の A 原子からなる一原子層 102 の上に B 原子からなる一原子層 103 が成膜される。この様子を、図 13 (b) に示す。なお、反応ガス B は排気により徐々に減少する。

【0078】

その後、図 11 (a) に戻り、パージ用ガスの放出により、成膜室 3 内部から反応ガス B がほとんど瞬時に排出されることになる。引き続き、ロータ 2 の回転を続けることにより、図 11 (a) 乃至 (h) の状態を経て一回転毎に A 原子層とその上の B 原子層とが順次積層されていく。この場合、開始から終了までのロータ 2 の回転数を予め設定しておくことにより、回転数に応じて A 原子層と B 原子層とが交互に積層された膜を所定の膜厚で成膜することができる。

【0079】

以上のように、この発明の実施形態の成膜方法によれば、ロータ 2 を回転させることにより、反応ガスの放出とパージ用ガスの放出を交互に行っている。従って、反応ガスを放出して一層の原子層を堆積した後、パージ用ガスの放出により被成膜基板 101 上に残留する反応ガスを瞬時に排出することが可能となる。これにより、多数の原子層の堆積を高速に行うことができる。

【0080】

(iii) 反応ガス、パージ用ガス及びフローティング用ガスの種類

以下に、この実施形態に係るALD装置及びALD法による成膜方法に用いられる反応ガス、パージ用ガス及びフローティング用ガスの種類について説明する。なお、上記記載した反応ガスは例示であり、これに限定されるものではない。

【0081】

なお、成膜にあたっては、形成膜の種類にあわせて下記反応ガス等を適当に組み合わせて用いる。この場合も、所謂ALDウインドウの温度範囲で反応ガスを使用することが好ましい。

【0082】

(a) 反応ガス

マグネシウム(Mg)・ Cp_2Mg 、カルシウム(Ca)・ $\text{Ca}(\text{thd})_2$ 、ストロンチウム(Sr)・ $\text{Sr}(\text{thd})_2$ 、亜鉛(Zn)・ Zn , ZnCl_2 , $(\text{CH}_3)_2\text{Zn}$, $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Zn}$ 、カドミウム(Cd)・ Cd , CdCl_2 、アルミニウム(Al)・ $(\text{CH}_3)_3\text{Al}$, $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{Al}$, $(i\text{-C}_4\text{H}_9)_3\text{Al}$, AlCl_3 , $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{Al}$ 、ガリウム(Ga)・ $(\text{CH}_3)_3\text{Ga}$, $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{Ga}$, $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{GaCl}$ 、インジウム(In)・ $(\text{CH}_3)_3\text{In}$, $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{In}$, $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{InCl}$ 、炭素(C)・ C_2H_2 、シリコン(Si)・ Si_2H_6 , SiH_4 , SiH_2Cl_2 , Si_2Cl_6 、ゲルマニウム(Ge)・ GeH_4 、錫(Sn)・ SnCl_4 、鉛(Pb)・ $\text{Pb}[(\text{OBu}^t)_2]_{m=2,3}$, $\text{Pb}_4\text{O}(\text{OBu}^t)_6$, $\text{Pb}(\text{thd})_2$, $\text{Pb}(\text{dedtc})_2$ 、窒素(N)・ NH_3 、燐(P)・ PH_3 、砒素(As)・ AsH_3 、アンチモン(Sb)・ SbCl_5 、酸素(O)・ O_2 , O_3 , H_2O , $\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{C}_x\text{H}_y\text{OH}$ 、硫黄(S)・ H_2S 、セレンウム(Se)・ Se , H_2Se 、テルル(Te)・ Te 、チタン(Ti)・ TiCl_4 , $\text{Ti}(\text{O}i\text{Pr})_4$ 、ジルコニウム(Zr)・ ZrI_4 , ZrCl_4 , $\text{CpZr}(\text{CH}_3)_2$, Cp_2ZrCl_2 (Cp=cyclopentadienyl), $\text{Zr}(\text{thd})_4$ (thd=3,3,5,5-tetramethylheptane-3,5-dionate), $\text{Zr}(\text{OC}(\text{CH}_3)_3)_4$, $\text{Zr}[\text{OC}(\text{CH}_3)_3]_2(\text{dmae})_2$ (dme=dimethylamino-ethoxide)、ニオブ(Nb)・ NbCl_5 、タンタル(Ta)・ TaCl_5 、モリブデン(Mo)・ MoCl_5 、セリウム(Ce)・ $\text{Ce}(\text{thd})_4$ 、ハフニウム(Hf)・ $\text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_3)(\text{C}_2\text{H}_5)]_4$, $\text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$, $\text{Hf}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$, $\text{Hf}(\text{NO}_3)_4$ 、その他・ $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$, NO_2

なお、上記反応ガスのうちには、半導体膜に導電方を付与するドーパントガスとして用いることができるガスもある。適宜、使い分けることができる。

【0083】

(b) パージ用ガス

N₂, He, Ne, Ar, Kr など

(c) フローティング用ガス

N₂, He, Ne, Ar, Kr など

(第2の実施の形態)

(i) ALD装置の構成

図14 (a) は、本発明の第2の実施の形態のALD装置の構成について示す平面図である。

【0084】

第1の実施の形態のALD装置と異なるところは、3種類の反応ガスA、B、Cが放出される放出口31、33、35を有する点である。パージ用ガスP1乃至P3の放出口32、34、36は各反応ガスA、B、Cの放出口31、33、35の間にそれぞれ設けられている。また、ロータ2の内側及び上部隔壁と基板保持具との間の空間が成膜室3となっている。

【0085】

なお、1つの通気孔16を有するロータ2が左右両方向に回転することは第1の実施の形態と同じである。その他の構成も、第1の実施の形態と同じである。

【0086】

ロータ2の左右の回転制御によりロータ2の通気孔16とガス放出口31乃至36が一致したときに、対応する反応ガスA乃至Cやパージ用ガスP1乃至P3が成膜室3内に放出される。

【0087】

図14 (b) は、第2の実施の形態に係るALD装置の他の構成を示す平面図である。

【0088】

図14 (a) と異なるところは、4種類の反応ガスA乃至Dの放出口41、43、47、45を備えている点である。この場合は、それぞれの反応ガスA、B、D、Cの放出口41、43、47、45の間にパージ用ガスP1乃至P4の放出口42、44、46、48が設けられている。また、ロータ2の内側及び上部

隔壁と基板保持具との間の空間が成膜室 3 となっている。

【0089】

なお、1つの通気孔 1.6 を有するロータ 2 が左右両方向に回転することは第 1 の実施の形態と同じである。その他の構成も、第 1 の実施の形態と同じである。

【0090】

ロータ 2 の左右の回転制御によりロータ 2 の通気孔 1.6 とガス放出口 4.1 乃至 4.8 が一致したときに、対応する反応ガス A 乃至 D やパージ用ガス P.1 乃至 P.4 が成膜室 3 内に放出される。

【0091】

なお、上記第 2 の実施の形態の ALD 装置をコンピュータ制御する場合、反応ガスの分圧、パージ用ガスの分圧、フローティング用ガスの分圧、容器内の排気量、ロータ 2 の回転方向、ロータ 2 の回転速度及び成膜の開始から終了までのロータ 2 の全回転履歴のうち少なくとも何れかを制御することができる。基板保持具を回転させる場合には、その回転方向或いは速度、又はそれらの両方を制御することも可能である。これにより、堆積の自動制御が可能となる。

【0092】

以上のように、この実施の形態の ALD 装置においては、反応ガスの放出口の数を 3 つ以上有し、かつロータ 2 が左右両方向に回転し得るようになっている。従って、3 層以上の異なる原子層を、全体の堆積膜中の原子層の構成割合を自在に制御して堆積することができる。しかも、ロータ 2 は反応ガス及びパージ用ガスの切り換え機能を有するので、ロータ 2 の回転履歴を制御するだけで、任意の構成の膜を高速に成膜することができる。

【0093】

(ii) ALD 装置を用いた成膜方法

次に、図 14 (a) 及び図 15 (a) を参照して、第 2 の実施の形態の ALD 装置を用いた成膜方法について説明する。第 2 の実施の形態の成膜方法において、反応ガス A、B、C 及びパージ用ガス P.1、P.2、P.3 を用いるほかに、ロータ 2 を左右両方向に回転させることが第 1 の実施の形態の成膜方法と異なる。なお、上記する反応ガスのうちから単独で或いは組み合わせて 3 組の異なる反応ガ

スを用いるものとするが、説明ではそれらを一般化してA、B、Cと表示する。
また、パージ用ガスも同様に一般化してP1、P2、P3と表示する。

【0094】

まず、基板保持具に被成膜基板101を載置し、反応ガスA、B、Cのすべてに関し、一原子層の堆積が可能な飽和条件を満たす所定の温度に被成膜基板101を加熱する。必要な場合は、支持軸を回転軸として基板保持具を回転させる。続いて、反応ガスA、B、Cとパージ用ガスP1乃至P3のすべてを所定の圧力でガス放出口31乃至36まで導き、ガス放出口31乃至36から放出可能な状態にしておく。

【0095】

次いで、ロータ2を回転させて、ロータ2の通気孔16をパージ用ガスP1の放出口32に一致させる。これにより、パージ用ガスP1を放出口32と通気孔16を介して成膜室3に導入し、被成膜基板101表面から不要なガスを除去しておく。

【0096】

次に、ロータ2を左側に回転させて通気孔16と反応ガスBの放出口33とを一致させる。これにより、反応ガスBを放出口33と通気孔16を介して成膜室3に導入し、被成膜基板101上に一層のB原子層を堆積する。次いで、ロータ2を右側に回転させてロータ2の通気孔16をパージ用ガスP1の放出口32に一致させる。これにより、パージ用ガスP1を放出口32と通気孔16を介して成膜室3に導入し、被成膜基板101表面から残留する反応ガスBを除去する。

【0097】

次に、ロータ2をさらに右側に回転させて通気孔16と反応ガスAの放出口31とを一致させる。これにより、反応ガスAを放出口31と通気孔16を介して成膜室3に導入し、B原子層上に一層のA原子層を堆積する。

【0098】

以上を3回繰り返す、図15(a)に示すように、B原子層とA原子層を交互に3層ずつ堆積する。

【0099】

次いで、ロータ 2 を右側に回転させてロータ 2 の通気孔 16 をパージ用ガス P 3 の放出口 36 に一致させる。これにより、パージ用ガス P 3 をガス放出口 36 と通気孔 16 を介して成膜室 3 に導入し、被成膜基板 101 表面から残留する反応ガス A を除去する。

【0100】

次に、ロータ 2 をさらに右側に回転させて通気孔 16 と反応ガス C の放出口 35 とを一致させる。これにより、反応ガス C をガス放出口 35 と通気孔 16 を介して成膜室 3 に導入し、A 原子層上に一層の C 原子層を堆積する。

【0101】

次いで、ロータ 2 を左側に回転させて、パージ用ガス P 3 によるパージ、A 原子層の堆積、パージ用ガス P 1 によるパージ、B 原子層の堆積とを順次行う。続いて、ロータ 2 の右側への回転と左側への回転を繰り返して、パージ用ガス P 1 によるパージ、A 原子層の堆積、パージ用ガス P 1 によるパージ、B 原子層の堆積、パージ用ガス P 1 によるパージ、A 原子層の堆積を順次行う。

【0102】

次いで、ロータ 2 を更に右側に回転して、パージ用ガス P 3 によるパージ、C 原子層の堆積を行う。続いて、左側に回転させて、パージ用ガス P 3 によるパージ、A 原子層の堆積、パージ用ガス P 1 によるパージ、B 原子層の堆積とを順次行う。以上のようにして、図 15 (a) に示すように、被成膜基板 101 上に A 原子層と B 原子層の間に C 原子層を含む多原子層からなる膜を成膜することができる。この場合、反応ガス C としてドーパントガスを用いると、例えば半導体層の堆積層の間にドーパント原子層を挟むように堆積することが可能であり、全体で n 型又は p 型の導電型が付与された半導体膜を形成することができる。

【0103】

なお、C 原子層と C 原子層の間で、反応ガス A の放出口 31 からパージ用ガス P 1 の放出口 32 を経て反応ガス B の放出口 33 に至る左側回転と、引き続きパージ用ガス P 1 の放出口 32 を経て反応ガス A の放出口 31 に至る右側回転とを図 15 (a) よりもさらに増やして、図 15 (a) よりも B 原子層と A 原子層の堆積を一層ずつ多く堆積することにより、図 15 (b) に示す膜を成膜すること

ができる。

【0 1 0 4】

以上のように、この実施の形態のALD法によれば、反応ガスの放出口の数を3つ以上設け、ロータ2の回転履歴を制御するだけで、3層以上の異なる原子層を、全体の堆積膜中の原子層の構成割合を自在に制御して堆積できる。しかも、反応ガスの放出とパージとを交互に行っているため、欠陥や不純物の混入が抑制された膜を高速に成膜することができる。

【0 1 0 5】

以上、実施の形態によりこの発明を詳細に説明したが、この発明の範囲は上記実施の形態に具体的に示した例に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の上記実施の形態の変更はこの発明の範囲に含まれる。

【0 1 0 6】

例えば、第1及び第2の実施形態の成膜装置において、パージ用ガスの放出口の大きさと反応ガスの放出口の大きさと同じとしているが、パージを早く、かつ確実に行うため、パージ用ガスの放出口をより大きくすることもできる。或いは、同時に放出するパージ用ガスの放出口を複数としてもよい。

【0 1 0 7】

また、回転体2の第3の通気孔を一つ設けているが、場合により、2以上設けてもよい。また、図2に示すロータ2のガス流路として貫通孔である第3の通気孔を用いているが、ガス流路として貫通孔の他に、図6に示すように、ロータ2の周辺部を切除してガスが流通するようにした通気切欠部でもよい。

【0 1 0 8】

また、上記実施の形態では、側部隔壁1の上部の内面、及びロータ2の上部の外面は、上方に開いたすり鉢状を有するが、その傾斜角度を0乃至90度の範囲で適宜変更することが可能である。特に、ロータ2の上部の外面の傾斜角度を90度とした場合、即ちロータ2の上部の外面が平面状を有する場合を、図7（b）、（c）に示す。ここでは、ロータ2の上部の外面とは、容器の側部隔壁1の表面のフローティング用ガスから浮上力を受ける面をいうものとする。又は、図7（a）に示すように、ロータ2の上部の外面が下に開いたすり鉢状とすること

も可能である。なお、図 7 (a) 乃至 (c) 中、符号 16 はロータ 2 に設けた第 3 の通気孔である。

【0109】

また、基板保持具 4 は被成膜基板を上向きに保持するようになっているが、下向きに保持するようにしてもよい。

【0110】

また、基板保持具 4 は固定されているが、一方向或いは左右両方向に回転するようにしてもよい。この場合、減圧容器のシール方法として磁気シールなど良く知られた方法を用いることができる。

【0111】

さらに、排気装置は減圧容器の上下に 2 つ接続されているが、図 8 に示すように、減圧容器の下部に接続され、反応ガス等を下部から排気してもよいし、図 9 に示すように、上部隔壁 5 に通気孔 5 a を設け、そこに接続するようにしてもよい。なお、図 8、9 において、図 1 と同じ符号で示すものは、図 1 と同じものを示す。

【0112】

さらに、第 1 の実施の形態において、減圧容器の側壁 1 の平面状又はすり鉢状の内面には、反応ガスやパージ用ガスの放出口 12 a 乃至 15 a のほかにフローティング用ガスの放出口 17 a だけが設けられているが、図 10 (b) に示すように、減圧容器の側壁 1 の平面状又はすり鉢状の内面にフローティング用ガスの放出口 17 a の他に、減圧容器の側壁 1 を貫通する排気孔 18 と、その内部終端である内部排気口 18 a を設け、放出口 17 a から放出されたフローティング用ガスを内部排気口 18 a より排気孔 18 を通して排気するようにしてもよい。これにより、フローティング用ガスの分圧を放出と排気により多様に制御することができる。図 10 (b) において、符号 18 b は排気孔 18 の外部終端である外部排気口を示す。他の符号は、図 1 乃至 4 と同じ符号で示すものは、図 1 乃至 4 と同じものを示す。

【0113】

また、ロータ 2 を回転させるための内部の永久磁石 19 a と外部の永久磁石 1

9bとは、S極同士の斥力を用いるように配置されているが、N極同士の斥力を用いるように配置されてもよい。また、永久磁石の代わりに電磁石などを用いてもよい。さらに、回転手段として、他に良く知られた種々の手段を用いることができる。

【0114】

また、第1、第2の実施形態では、各反応ガスの放出口からそれぞれ異なる反応ガスを放出して、第1の実施形態では、A原子とB原子という異なる原子からなる原子層1102、103を交互に積層し、第2の実施形態では、A原子とB原子とC原子層という異なる原子からなる原子層を適当な繰り返しで積層しているが、同じ反応ガスを放出して同じ原子層を多層積層し、所定の膜厚で形成することもできる。

【0115】

また、被成膜基板の周囲に反応ガスとパージ用ガスの放出口を2乃至4つずつ交互に設けているが、1つずつ設けてもよい。或いは、5つ以上ずつのガス放出口を交互に設けてもよい。この場合、同じ反応ガスを放出してもよいし、それぞれ異なる反応ガスを放出してもよい。また、5つ以上ずつの放出口を設けた場合、円周の周りを1周する間に、同じ反応ガスを複数回放出してもよい。さらに、場合により、反応ガスとパージ用ガスの放出口を交互に設けなくてもよいし、パージ用ガスの放出口を設けずに反応ガスの放出口のみを設けてもよい。

【0116】

また、ロータ2の回転スピードを1回転/秒としているが、ソースの種類や成膜温度などにより、或いは堆積スピードを調整するため適宜変更することができる。

【0117】

さらに、この発明の成膜装置は基板保持具の上に空間を確保できるため、成膜状況を逐次観察可能な測定観測手段、堆積を円滑容易ならしめる反応ガスへのエネルギー供給源、被成膜基板の加熱手段としての赤外線やランプ加熱手段、ガス活性化のための触媒板、又はプラズマ生成手段などをその空間に設けることができる。

【0118】

また、上記本発明の構成の装置をALD装置に適用しているが、他の成膜装置やエッチング装置などにも適用することができる。

【0119】

【発明の効果】

以上のように、本発明の処理装置によれば、基板保持具の周囲に1以上のガス放出口を配し、回転体の回転制御により、ガス放出口と回転体の通気孔とが一致したときにガス放出口から基板保持具上にガスを放出している。

【0120】

即ち、回転する回転体がガスの切り換え機能を有し、従って、ガスの放出量の制御を精度良く行うことができる。このため、制御性良く成膜又はエッチングすることができる。

【0121】

特に、ALD装置に適用した場合、1以上のガス放出口として反応ガスの放出口を設けた場合、回転体の回転制御により、原子層の堆積が一層ごとに可能となる。また、回転体の回転速度を調整するだけで、堆積スピードを簡単に調整できる。さらに、1以上のガス放出口として反応ガスの放出口とパージ用ガスの放出口とを設け、基板保持具の周囲にそれらを交互に配置し、回転体を回転させることにより、反応ガスによる一原子層の堆積の後、パージ用ガスによる反応ガスのパージを瞬時に行うことができるため、1以上の原子層の堆積を高速に行うことができる。

【0122】

また、回転体が容器の側壁に対して浮上して回転するので、容器の側壁と回転体との位置精度出しも容易であり、安定したかつ非常に狭いクリアランスを実現できる。また、回転体が固定されていないため、回転体を簡単に取り外すことができ、これにより、回転体及び回転体を取り外した後のガスの供給機構を含む容器内のクリーニングが容易になる。

【0123】

また、この発明の処理方法は、回転体を回転させることにより、ガスの放出量

を精度良く制御することができるので、精度の良い膜厚制御やエッチング制御を行うことができる。

【0124】

特に、ALD方法に適用した場合、回転体を回転させることにより反応ガスの放出とパージ用ガスの放出を交互に行っているため、反応ガスによる一層の原子層の堆積後、パージ用ガスによる反応ガスの排出を瞬時に行うことが可能となる。これにより、多数の原子層の堆積を高速に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態であるALD装置の全体の構成について示す側面図である。

【図2】

本発明の第1の実施の形態であるALD装置において、減圧容器、回転体、基板保持具の部分の構成及び相互の配置について示す斜視図である。

【図3】

本発明の第1の実施の形態であるALD装置において、反応ガスを導く通気孔の構成について示す断面図である。

【図4】

本発明の第1の実施の形態であるALD装置において、反応ガスを導く配管及び通気孔の構成について示す断面図である。

【図5】

本発明の第1の実施の形態であるALD装置において、回転体の回転手段の構成について示す断面図である。

【図6】

本発明の第1の実施の形態であるALD装置において、回転体の他の構成について示す斜視図である。

【図7】

(a)乃至(c)は、本発明の第1の実施の形態であるALD装置において、回転体のさらに他の構成について示す断面図である。

【図 8】

本発明の第 1 の実施の形態である A L D 装置において、他の排気方法について示す断面図である。

【図 9】

本発明の第 1 の実施の形態である A L D 装置において、さらに他の排気方法について示す断面図である。

【図 1 0】

(a) は、本発明の第 1 の実施の形態である A L D 装置において、フローティング用ガス供給源から第 4 の通気孔への他の接続方法について示す断面図である。(b) はフローティング用ガスの分圧の制御に関する他の機構を示す断面図である。

【図 1 1】

(a) 乃至 (h) は、本発明の第 1 の実施の形態である A L D 装置を用いた成膜方法について示す平面図である。

【図 1 2】

(a) 乃至 (e) は、本発明の第 1 の実施の形態である A L D 装置を用いた成膜方法に関し、成膜室内へのガスの流れについて示すタイミングチャートである。

【図 1 3】

(a) 、 (b) は、本発明の第 1 の実施の形態である A L D 装置を用いた成膜方法について示す断面図である。

【図 1 4】

本発明の第 2 の実施の形態である A L D 装置の成膜室へのガス供給部分の構成について示す平面図である。

【図 1 5】

(a) 、 (b) は、本発明の第 2 の実施の形態である A L D 装置を用いた成膜方法について示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 減圧容器の側部隔壁 (容器の側壁)

- 2 ロータ（回転体）
- 3 成膜室
- 4 基板保持具
- 4 a 支持軸
- 5 上部隔壁
- 6 a、6 b 帯状凹部
- 7 ロータを回転させる手段
- 8、9 排気配管
- 10 a乃至10 e リザーバ
- 11 a乃至11 f 配管
- 12、31、41 反応ガスAの通気孔（第1の通気孔）
- 12 a、13 a、14 a、15 a、17 a 内部開口（ガス放出口）
- 12 b、13 b、14 b、15 b、16 b、17 b 外部開口
- 13、32、42 パージ用ガスP1の通気孔（第2の通気孔）
- 14、33、43 反応ガスBの通気孔（第1の通気孔）
- 15、34、44 パージ用ガスP2の通気孔（第2の通気孔）
- 16 第3の通気孔
- 16 a 内側開口
- 16 b 外側開口
- 17 第4の通気孔
- 18 排気孔
- 18 a 内部排気口
- 18 b 外部排気口
- 19 a、19 b 永久磁石
- 20 下部隔壁
- 35、47 反応ガスCの通気孔
- 36、46 パージ用ガスP3の通気孔
- 45 反応ガスDの通気孔
- 48 パージ用ガスP4の通気孔

1 0 1 被成膜基板

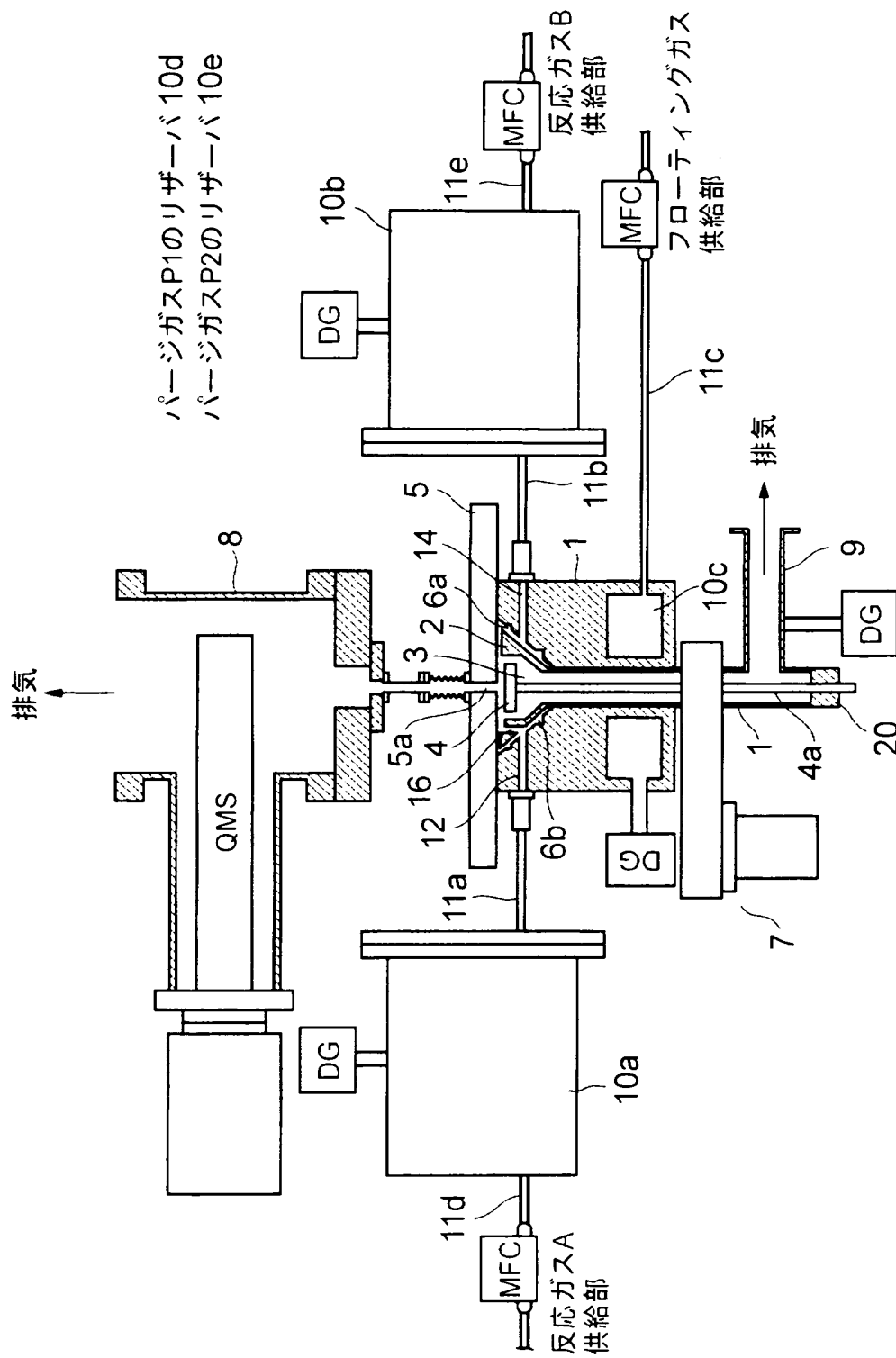
1 0 2 A原子の一原子層

1 0 3 B原子の一原子層

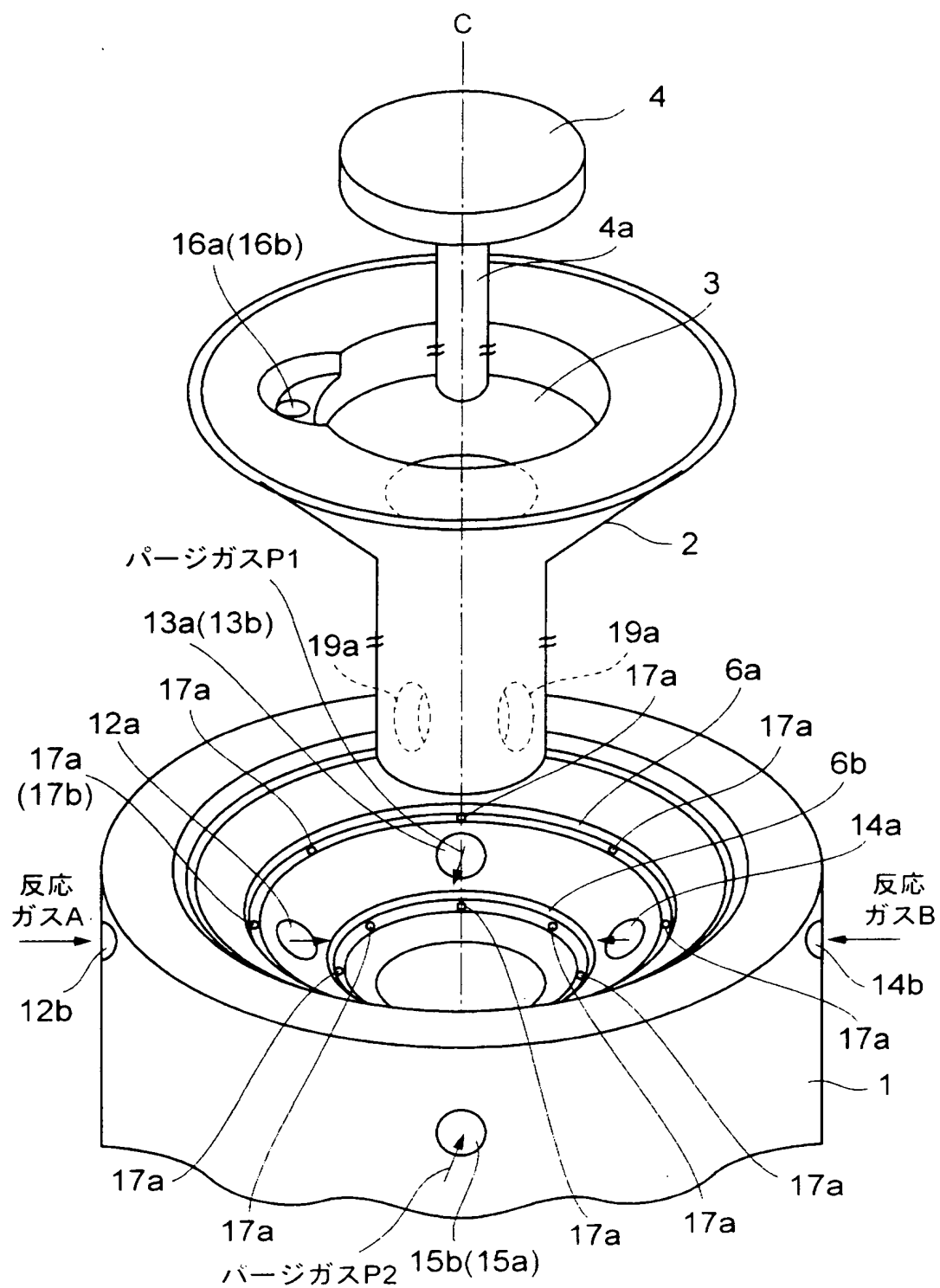
【書類名】

図面

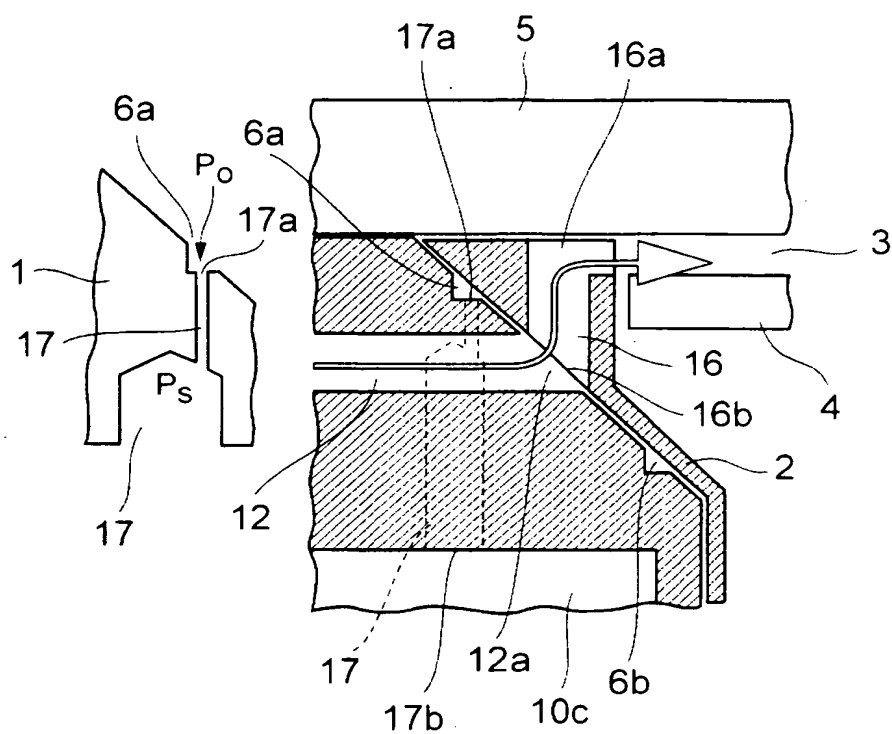
【図 1】



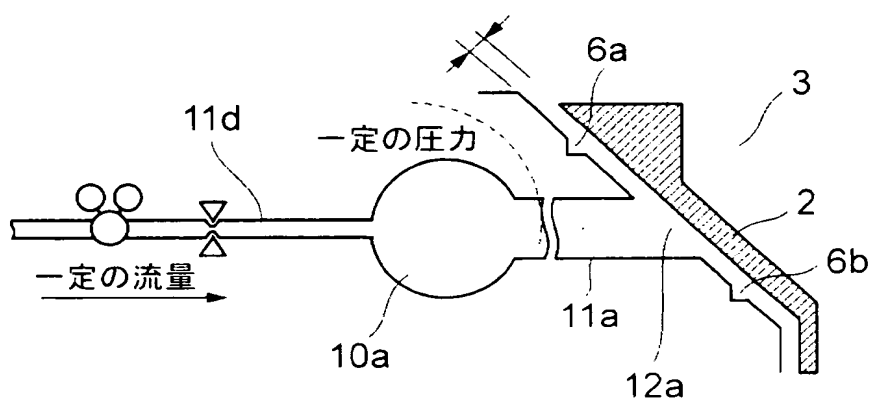
【図 2】



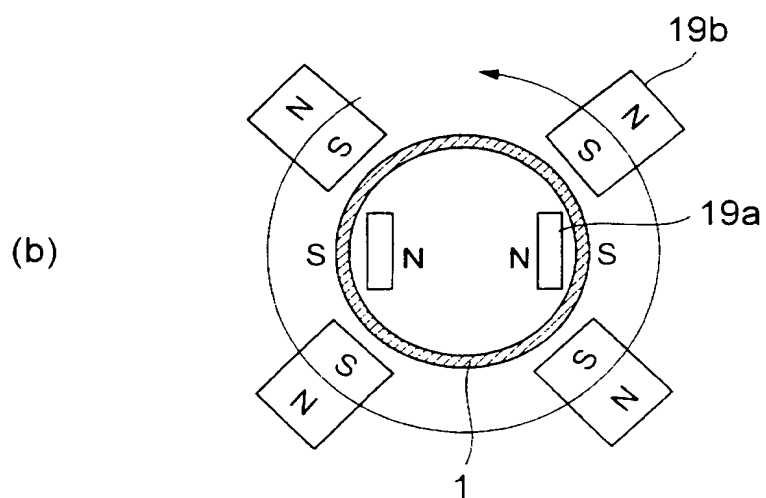
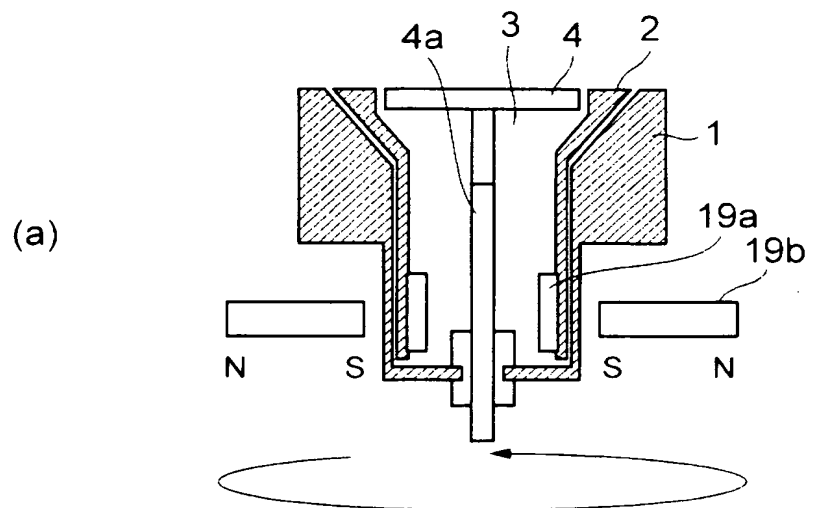
【図 3】



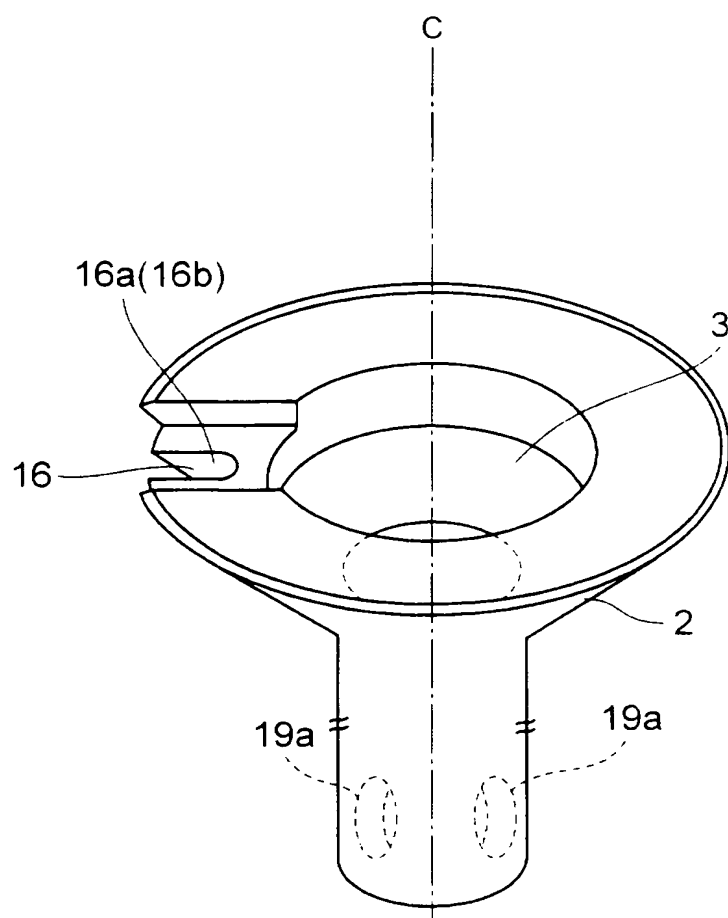
【図 4】



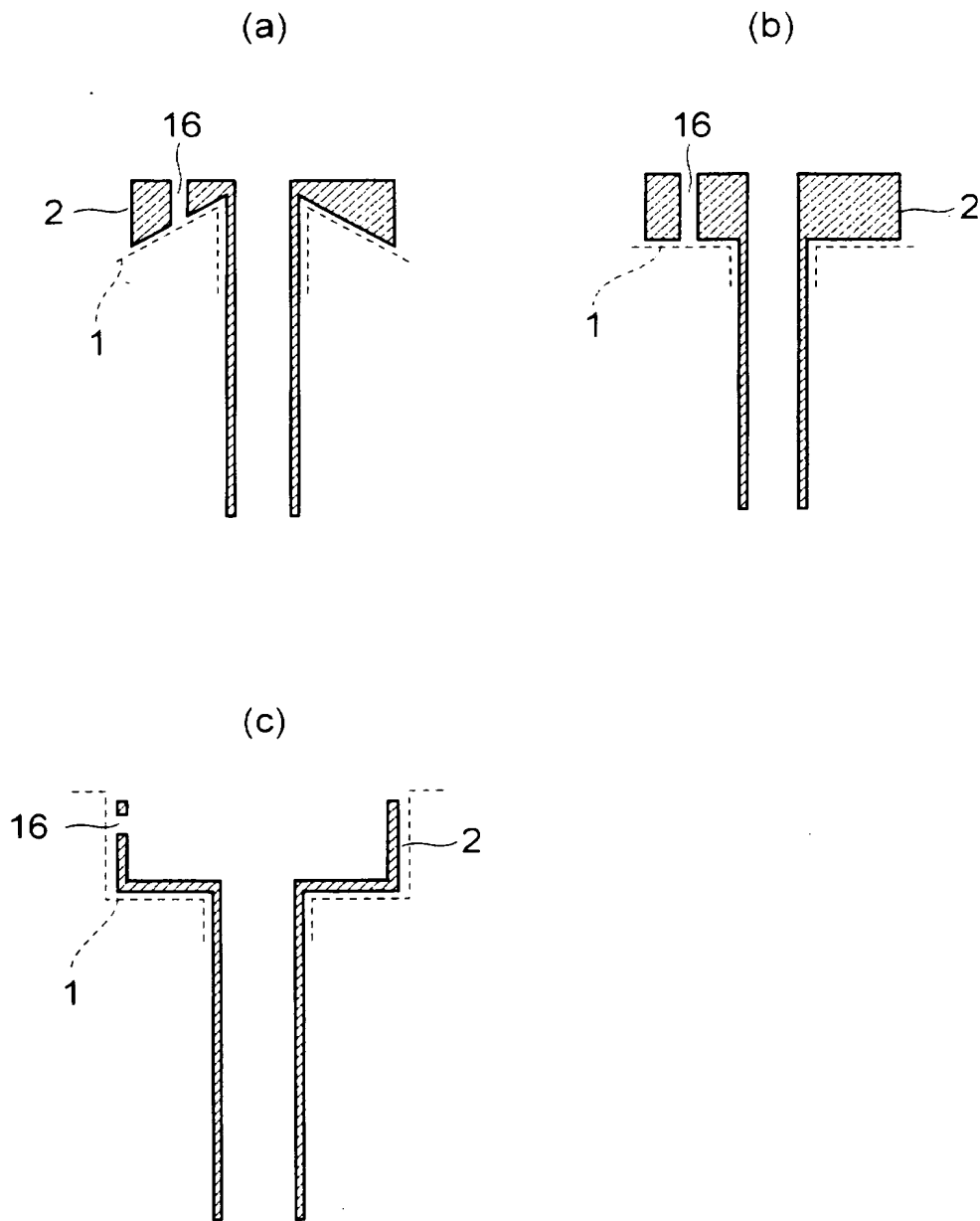
【図 5】



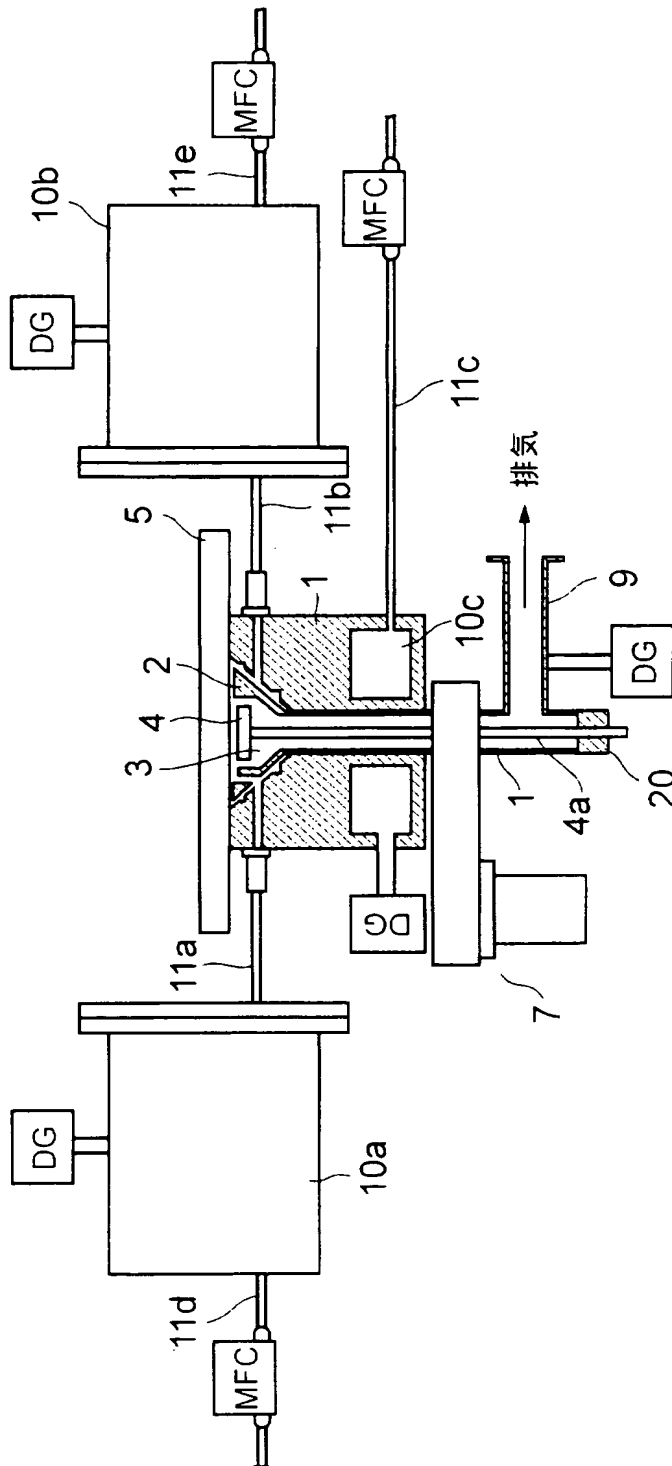
【図 6】



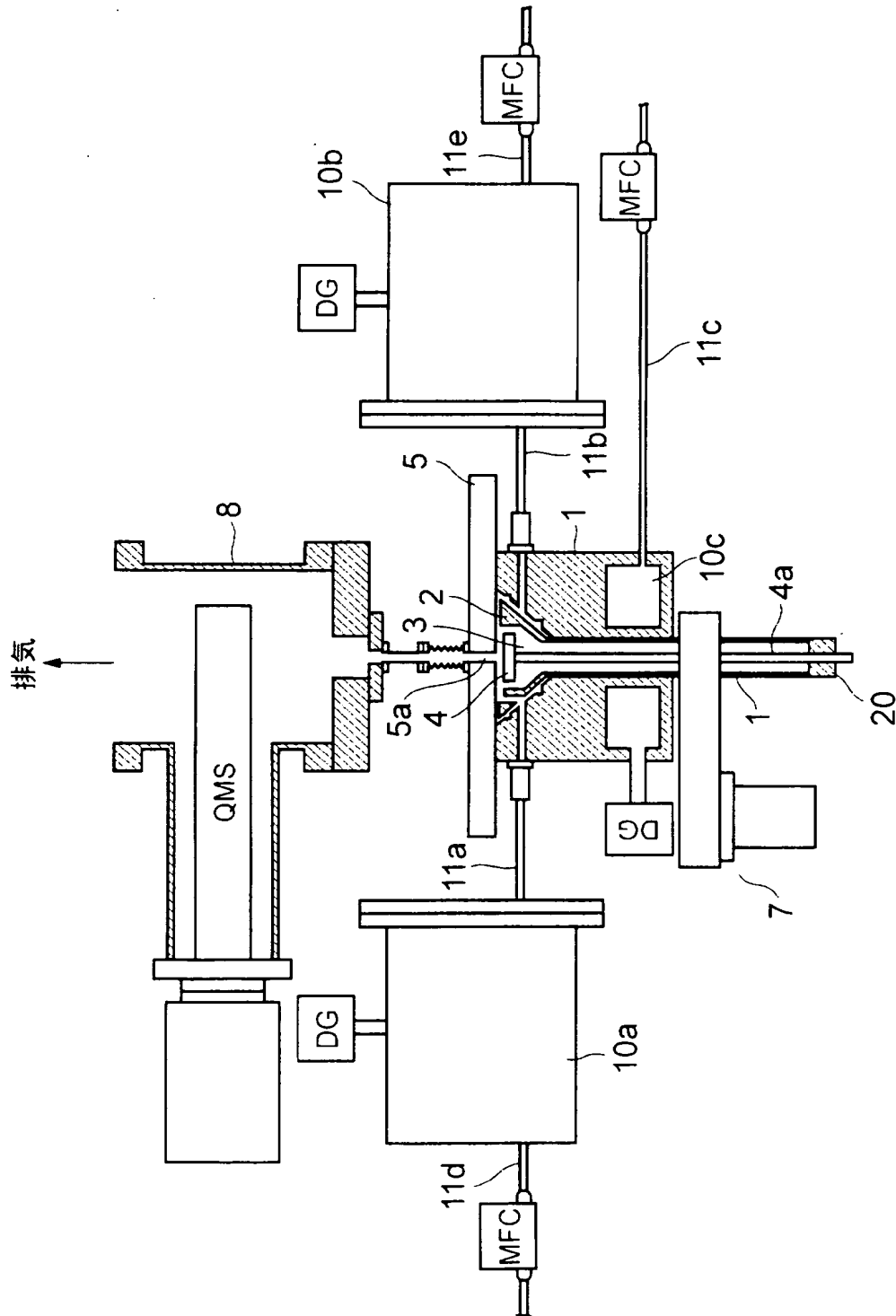
【図 7】



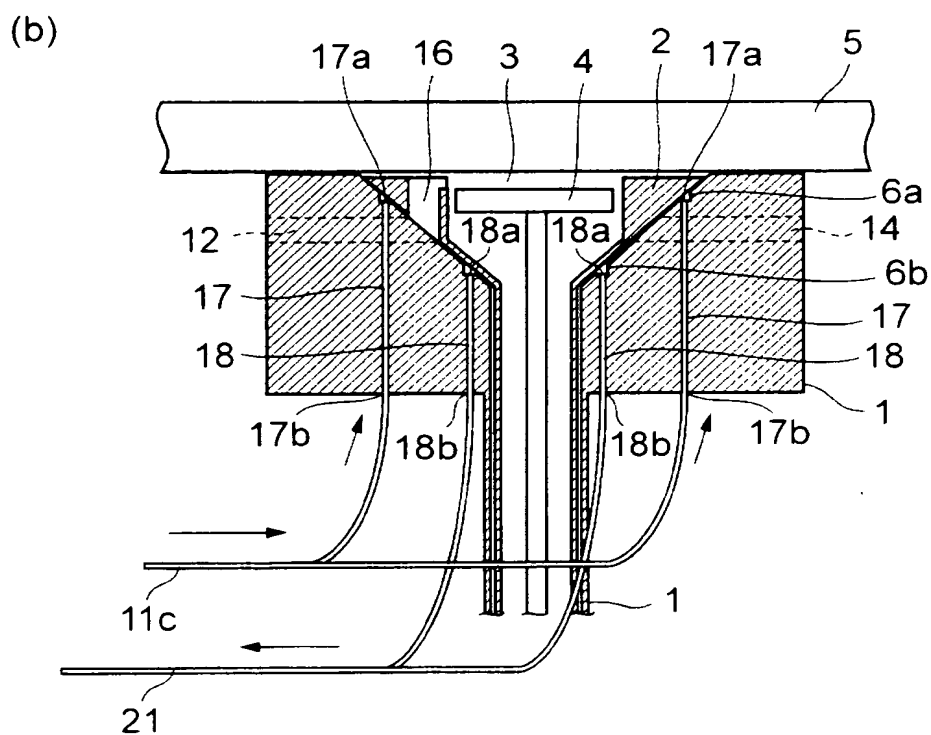
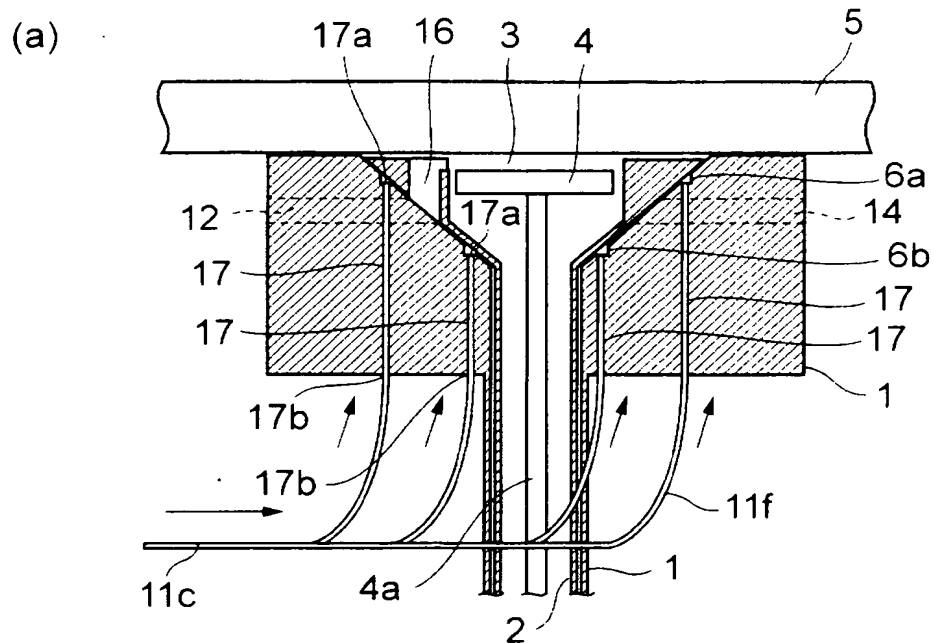
【図 8】



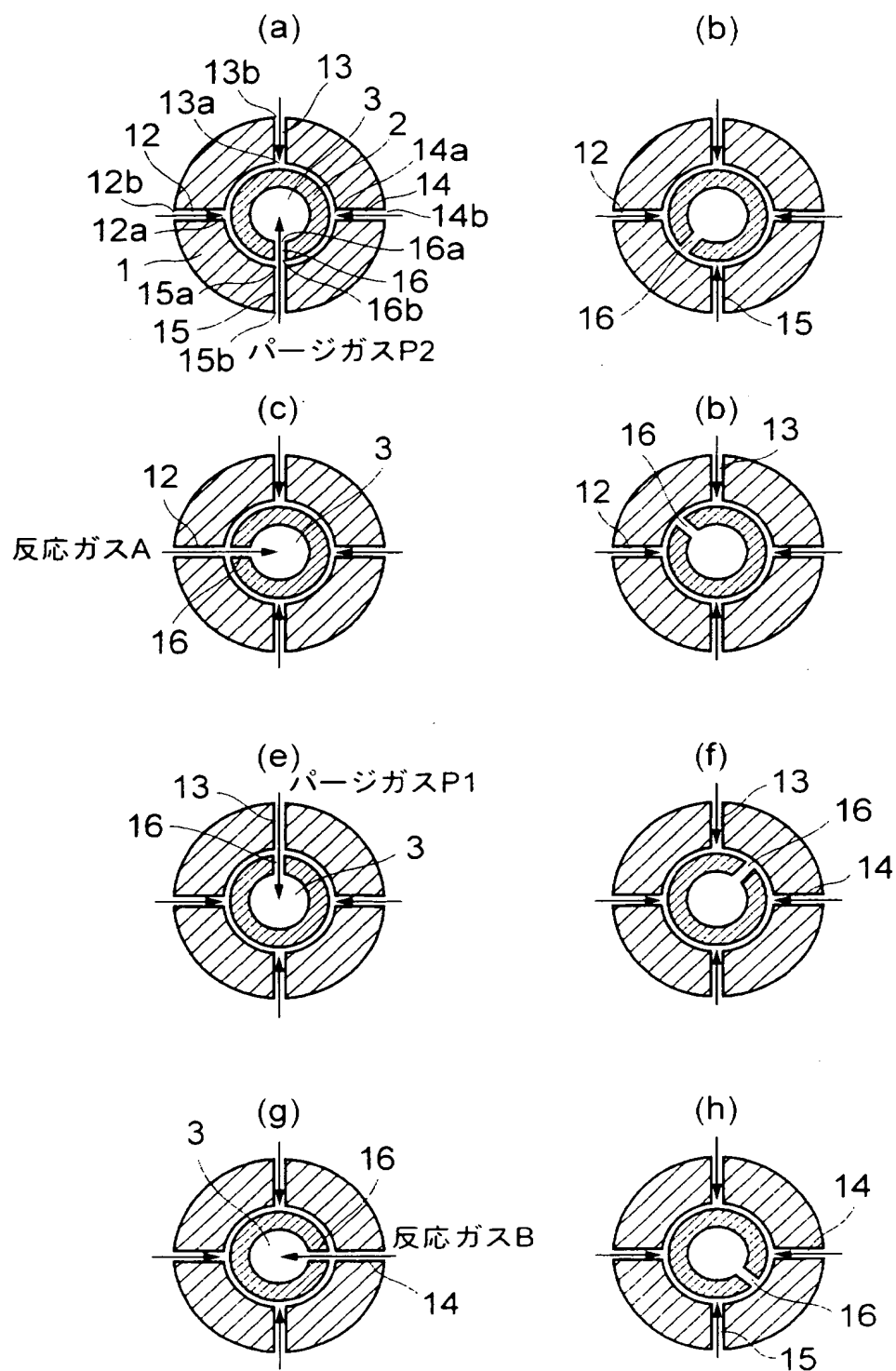
【図 9】



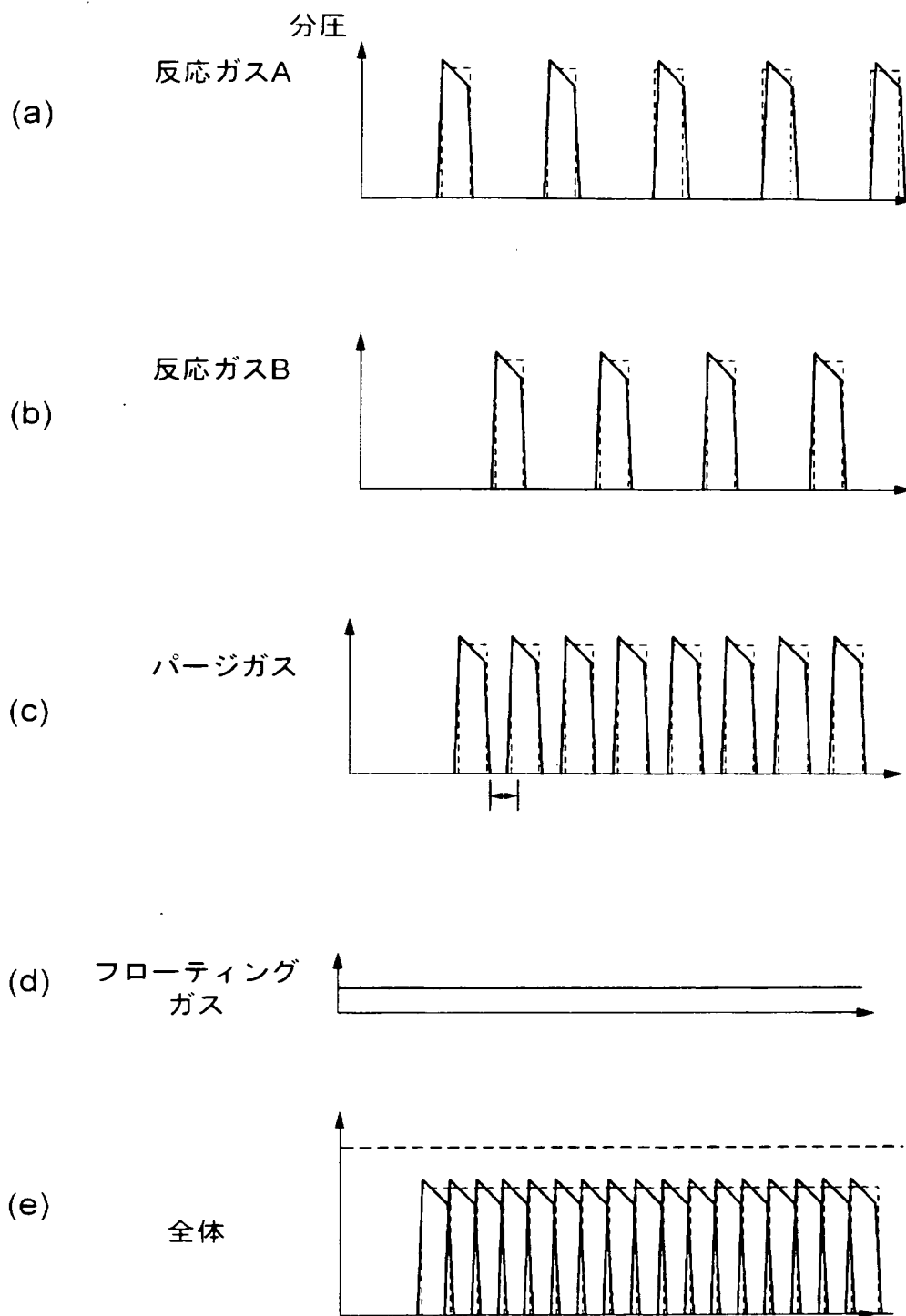
【図 10】



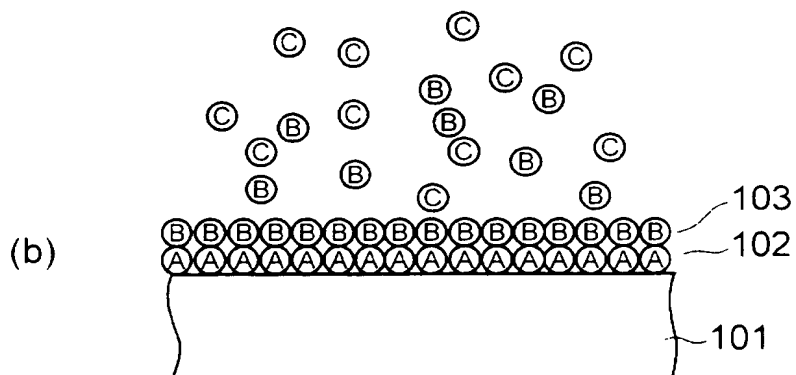
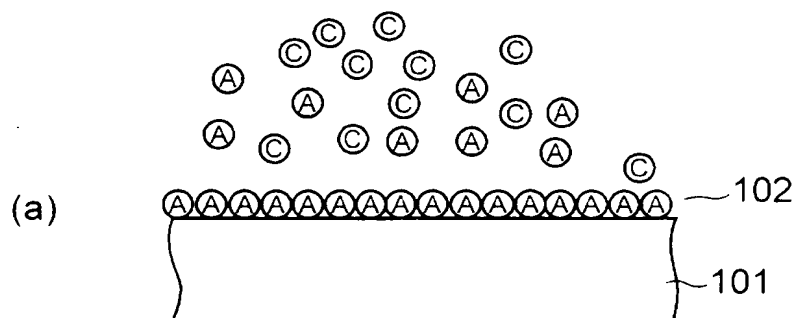
【図 11】



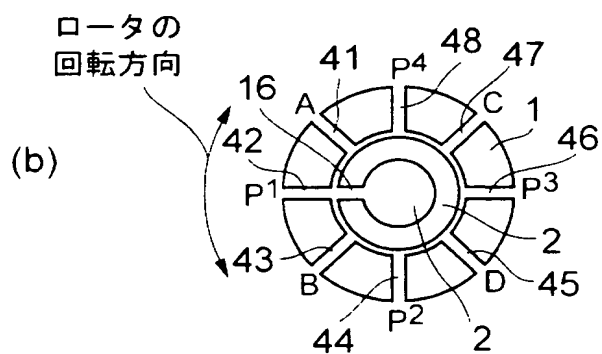
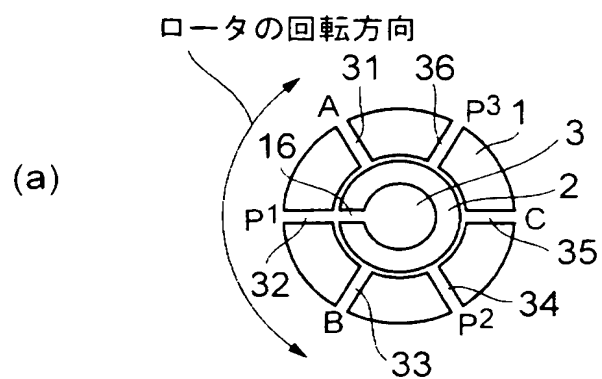
【図 12】



【図 13】

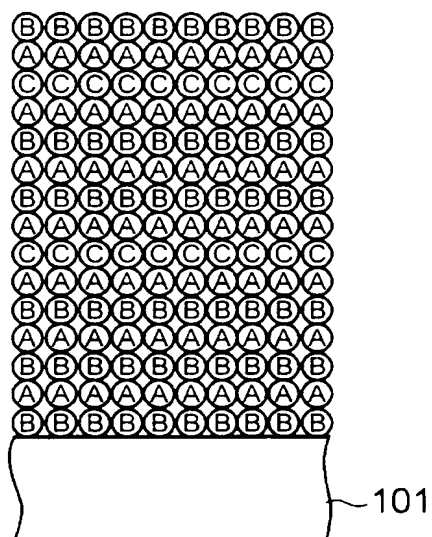


【図 14】

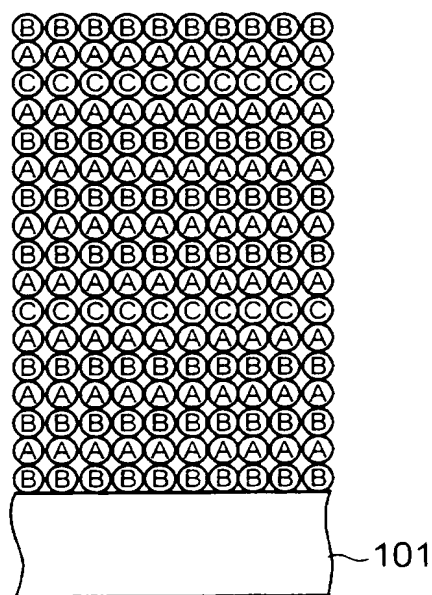


【図 1 5】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 原子層 1 層を積層する 1 サイクルに要する時間の短縮を図ることができ、かつコンピュータ制御が可能で、装置部品の取り付けや取り外しを含むメンテナンスが容易で、かつ装置の分解洗浄が容易な処理装置及び処理方法を提供すること。

【解決手段】 1 以上のガス放出口 12 a 乃至 15 a を有する容器と、容器内に設けられた基板保持具 4 と、基板保持具 4 と容器の側壁 1 の間に設けられ、基板保持具 4 の周りを回転する 1 以上の通気孔又は通気切欠部を有する回転体 2 とを有し、回転体 2 の回転により、ガス放出口 12 a 乃至 15 a と回転体 2 の通気孔 16 等とが一致したときにガス放出口 12 a 乃至 15 a から基板保持具 4 上にガスを放出することを特徴とする。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号 特願 2002-378183
受付番号 50201979043
書類名 特許願
担当官 宇留間 久雄 7277
作成日 平成15年 2月 4日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 503009373
【住所又は居所】 福島県福島市鎌田字川添3-8
【氏名又は名称】 渡辺 励起

【特許出願人】

【識別番号】 301075709
【住所又は居所】 福島県福島市鎌田字川添3-8
【氏名又は名称】 株式会社エフイーシー

【特許出願人】

【識別番号】 592115490
【住所又は居所】 福島県福島市飯坂町平野字八龍前12-9
【氏名又は名称】 高野精器有限会社

【特許出願人】

【識別番号】 503008974
【住所又は居所】 茨城県つくば市大字小野崎332番地の2
【氏名又は名称】 有限会社真空実験室

【代理人】

申請人
【識別番号】 100091672
【住所又は居所】 東京都中央区日本橋人形町3丁目11番7号山西ビル4階 岡本国際特許事務所
【氏名又は名称】 岡本 啓三

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 7 8 1 8 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 3 0 0 9 3 7 3]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 2 月 2 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

福島県福島市鎌田字川添 3 - 8

氏 名

渡辺 励起

特願 2 0 0 2 - 3 7 8 1 8 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 0 1 0 7 5 7 0 9]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 1 1 月 2 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

福島県福島市鎌田字川添 3 - 8

氏 名

株式会社エフイーシー

特願 2 0 0 2 - 3 7 8 1 8 3

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[5 9 2 1 1 5 4 9 0]

1. 変更年月日
[変更理由]
住 所
氏 名

1 9 9 2 年 4 月 3 0 日
新規登録
福島県福島市飯坂町平野字八龍前 1 2 - 9
高野精器有限会社

2. 変更年月日
[変更理由]
住 所
氏 名

2 0 0 3 年 1 月 3 1 日
住所変更
福島県福島市飯坂町平野字田切 1 9 - 8
高野精器有限会社

特願 2 0 0 2 - 3 7 8 1 8 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 3 0 0 8 9 7 4]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 2 月 2 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

茨城県つくば市大字小野崎 3 3 2 番地の 2

氏 名

有限会社真空実験室